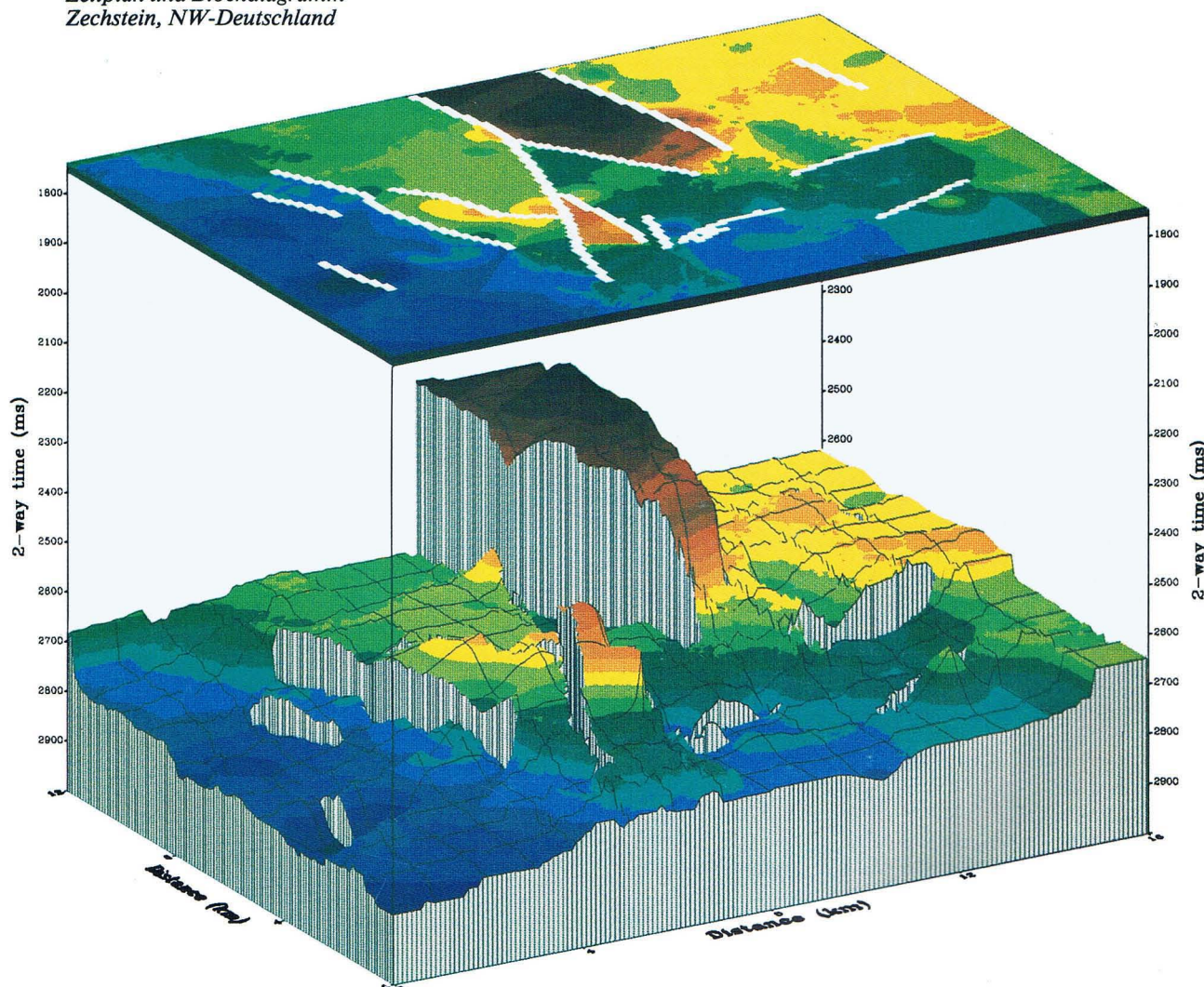


PRAKLA-SEISMOS Report

1+2
84



*Zeitplan und Blockdiagramm
Zechstein, NW-Deutschland*



*Contour Map and Block Diagram
Zechstein, NW Germany*

SCHWARZES BRETT

Die Verteilung des REPORT und anderer Druckschriften erfolgt über unsere Werbe-Abteilung, Leitung H.-J. Körner. Von den hier aufgeführten und mit einem (P) gekennzeichneten 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 der Werbe-Abteilung, Tel. (05 11) 64 60 – 40 31.

The distribution of the REPORT and other papers is made by our public relations department (H.-J. Körner head of department). In the list presented here preprints are obtainable of those titles marked with a (P), whereas offprints are available of those titles labelled with an (S). For information and orders please apply to the secretary of the public relations department, tel. (05 11) 64 60-40 31.

E. Wierczyko

(P) Controle de la forme de cavité souterraine avec ECHO LOG

Int. Symp. Soil & Rock Investigations, 18. 5. 1983; 2 S.

E. Wierczyko

(P) Bestimmung der Änderung von Form und Volumen von Speicherkavernen während des Betriebes

6. Int. Salzsposium, Toronto, Canada, 26. 5. 1983; 12 S.

H. A. K. Edelmann, J. Schmoll

(P) Seismic measurements with horizontally polarized shear-waves

Natural Res. & Develop., Vol. 18, 1983; 23 S.

H. A. K. Edelmann

(S) Comment on 'The Amplitude and Phase Responses of a Seismic Vibrator' by W. E. Lerwill

Geoph. Prospecting 31, 1983; 2 S.

D. Boie

(P) Lagerstättenforschung und die dabei anfallenden geodätischen Arbeiten

Deutscher Geodätentag, Hannover, 15. 9. 1983; 15 S.

M. Weigl

(S) Geoelectrics over Oil Deposits – Summary of recent experiences

Erdöl und Kohle – Erdgas, Bd. 36, Heft 9, Sept. 1983; 3 S.

Inhalt	Seite
"Polar 2" – PRAKLA-SEISMOS installiert geophysikalische Ausrüstung für ein Meßflugzeug	3
COMSEIS – Computergesteuertes seismisches Auswertungssystem (Teil II: Software)	10
Scherwellenseismik: Die Datenbearbeitung	16
Las Vegas 1983 – 53. Jahrestagung der SEG	28
25 Jahre Zweigniederlassung in Wien	32
Erweiterung der Geschäftsführung der PRAKLA-SEISMOS	35
Betriebsratswahl 1984	36
Prämien 1983	36
Ausstellungen im Hause PRAKLA-SEISMOS	36
Pensionärstreffen 1983	38
Verschiedenes	42
Von Norwegen nach Grönland – Seismische Untersuchungen der tieferen Erdkruste	44
INDEX	50

E. Wierczyko, E. Nolte

(S) Ingenieurphysikalische Messungen zur Überwachung von Speicherkavernen

Erdöl-Erdgas Zeitschrift, 99. Jg., Heft 9, Sept. 1983; 7 S.

F. Sender, R. Thierbach, H. Weichart

(P) Enhancement of borehole radar-probing data by new antenna-system with circular direction resolution

53rd SEG-Meeting, Las Vegas, Nevada, Sept. 1983; 15 S.

R. Marschall, R. Neumann, J. Sattlegger, M. Holling

(P) Locating structures by interactive wavefront processing

53rd SEG-Meeting, Las Vegas, Nevada, Sept. 1983; 27 S.

F. Kirchheimer

(S) Long period static analysis by trigonometric approximation

53rd SEG-Meeting, Las Vegas, Nevada, Sept. 1983; 19 S.

Th. Krey

(P) Some problems concerning the inversion of observed in-seam seismic dispersion data

53rd SEG-Meeting, Las Vegas, Nevada, Sept. 1983; 13 S.

H. A. K. Edelmann, K. Helbig

(P) Some aspects of field-layout for shear-wave surveys

53rd SEG-Meeting, Las Vegas, Nevada, Sept. 1983.

H. Ries

(P) Accurate satellite Doppler survey in geophysics

53rd SEG-Meeting, Las Vegas, Nevada, Sept. 1983; 8 S.

W. Butscher

(P) The solution of the seismic one-way equation on parallel computers

Konferenz 'Parallel Computing 83', Berlin, 26. 9. 1983; 7 S.

H. Arnetzl

(P) In-Situ Meßverfahren, Untertagemessungen, Flözwellenseismik; Eigenschaften und Reaktionen von Kohle für Untertage-Umwandlungsprozesse sowie in-situ Meßverfahren

Studienges. Kohlegewinnung 2. Generation, Hannover, 12. – 14. 10. 1983; 12 S.

R. Marschall

(P) 3D-Seismic and Vector Processors – New Frontiers

Control Data's Petrol. Execut. Sem., Minneapolis, Minn., Okt. 1983; 7 S.

Titelseite: *Zeitplan und Blockdiagramm eines Zechsteinhorizontes (NW-Deutschland), hergestellt über COMSEIS*

Cover: *Contour map and block diagram of a Zechstein horizon (NW Germany), produced via COMSEIS*

Rückseite: *PROSPEKTA*

Back page: *(Foto: Industrie- und Luftaufnahmen Hans Engler)*

Herausgeber: PRAKLA-SEISMOS GMBH,
 Buchholzer Straße 100
 D 3000 Hannover 51
 Schriftleitung und Zusammenstellung:
 G. Keppner
 Übersetzungen: D. Fuller
 Graphische Gestaltung: K. Reichert
 Satz und Druck: Scherrerdruck GmbH, Hannover
 Lithos: Frenzel & Heinrichs, Hannover
 Nachdruck nur mit Quellenangabe gestattet,
 um Belegexemplare wird gebeten

"Polar 2"

**"Polar 2" beim Testflug,
voll ausgerüstet mit
Rad-Ski-Fahrwerk
und allen Sensoren**

**"Polar 2" during test flight,
fully equipped with
wheel-ski landing
gear and all sensors**



(Foto: DORNIER; Freigabe durch Reg. Tübingen, P. 146 – 79)

PRAKLA-SEISMOS installiert aerogeophysikalische Ausrüstung für ein Meßflugzeug

Dr. H. C. Bachem

Das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) und das Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung (AWI) haben sie im Rahmen des deutschen Antarktisforschungsprogramms bei DORNIER in Auftrag gegeben: die beiden Expeditionsflugzeuge "Polar 1" und "Polar 2". Am 16. 12. 1983 erfolgte ihre Übergabe an das AWI und zwei Tage später der Start zum Überführungsflug in Richtung Antarktis. Sogar das deutsche Fernsehen opferte diesem Ereignis eine halbe Tagesschauminute. Die wissenschaftlich-technische Installation des Meßflugzeugs "Polar 2", ihre Elemente und deren Funktionen, und besonders natürlich den Anteil, den unsere aerogeophysikalische Abteilung an Hardware, Wissen und Erfahrung für das reibungslose Funktionieren aller Meßsysteme einzubringen hatte, schildert der nun folgende Bericht. Denn es ist durchaus nicht so, daß wir bei PRAKLA-SEISMOS nur eine inzwischen stattliche Flotte fremder und eigener Meß- und Forschungsschiffe wissenschaftlich-technisch auszurüsten in der Lage wären. Auch für die Ausstattung und den Betrieb von Forschungsflugzeugen besinnt man sich der Erfahrung, die unsere Aerogeophysik-Abteilung mit den von ihr selbst betriebenen Meßflugzeugen sammeln konnte.

Meßprogramm

Die antarktischen Sommer sind kurz. Wenn Sie diese Zeilen lesen, dürfte die 'Expedition Dezember 1983 bis März 1984' als Auftakt des vom Bundesminister für Forschung und

"Polar 2"

PRAKLA-SEISMOS Installs Aerogeophysical Equipment in a Survey Plane

The Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT, Ministry for Research and Technology) and the Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung (AWI, Institute for Polar Research) gave to DORNIER as part of the Antarctic Research Program the contract for the two expedition planes "Polar 1" and "Polar 2". They were handed over to the AWI on the 16. 12. 1983 and two days later they started out in the direction of the Antarctic. Even the German television dedicated a half minute of the News to this event. In the following report a description is given about the scientific-technical installation of the survey plane "Polar 2", its elements and their functions, and in particular about the contributions which our Aerogeophysics Department made concerning hardware, knowledge and experience for the smooth operation of the survey systems. For it is by no means true that PRAKLA-SEISMOS is in the position to equip only an impressive fleet of our own and other survey and research ships, as also the experience gained by our Aerogeophysics Department while operating its own survey planes has been applied in the equipping and operation of research planes.

Survey Program

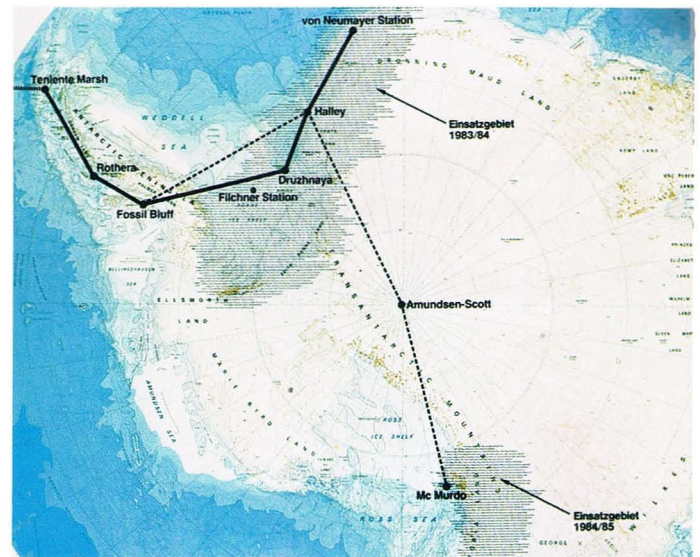
Antarctic summers are short. By the time you read this article the 'Expedition December 1983 to March 1984' as opening phase of the Antarctic Research Program supported by the



◀ **Überführungsrouten der beiden "Polar"-Flugzeuge, Dezember 1983**
Route of the two polar planes to the Antarctic, December 1983

Minister for Research and Technology should have been completed, we hope successfully. The destination of the "Polar 1" and "Polar 2" was the region of the Weddell shelf ice and of the southern adjoining Transantarctic Mountains in the West Antarctic, near the 'Georg-von-Neumeyer station' and the 'Filchner summer station'. In the first place it was intended to obtain measurements of the ice thickness and to carry out cartographic surveys. For the next 'season' – namely for the next Antarctic summer, which will be our next winter – extensive aeromagnetic surveys are planned in North Victoria Land in the East Antarctic. The United States and New Zealand will also be involved in this project. 'Gondwana' station, set up by the 'German Antarctic North Victoria Land Expedition (GANOVEX III), is a probable base.

Technologie getragenen Antarktisforschungsprogramms bereits abgeschlossen sein, erfolgreich, wie wir hoffen. Anflugziel der "Polar 1" und "Polar 2" war das Gebiet des Weddell-Schelfeises und des südlich angrenzenden Transantarktischen Gebirges in der Westantarktis, nahe der 'Georg-von-Neumeyer-Station' und der 'Filchner-Sommer-Station', wo zunächst Messungen der Eismächtigkeit und kartographische Aufnahmen vorgesehen waren. Für die nächste 'Saison' – das heißt für den nächsten Antarktis-Sommer, der unser nächster Winter sein wird – sind umfangreiche aeromagnetische Messungen im ostantarktischen 'Nord-Viktoria-Land' geplant. An diesem Projekt werden sich auch die Vereinigten Staaten und Neuseeland beteiligen. Als Stützpunkt ist die von der 'German Antarctic North Victoria Land Expedition' (GANOVEX III) errichtete Station 'Gondwana' ins Auge gefaßt.



Anflugrouten und Einsatzgebiete in der Antarktis
Routes to and operation areas in the Antarctic

Das Flugzeug . . .

Während die "Polar 1" eine Weiterentwicklung der bewährten DORNIER Skyservant darstellt und für den Transport von Personal und Ausrüstung zwischen den Antarktisstützpunkten 'Georg-von-Neumeyer-Station' und 'Filchner-Station' vorgesehen ist, sollen mit der "Polar 2" wissenschaftliche Meßprogramme abgewickelt werden. Sie ist das vierzehnte Exemplar des neuen Typs Do 228. Nur ein geschultes Auge kann hier noch Merkmale der alten Skyservant erkennen: Der Rumpf wurde verlängert, ein hochmoderner Tragflügel verwendet. Sowohl die "Polar 1" als auch die "Polar 2" besitzen Rad-Ski-Fahrwerke, die Start und Landung auf normalen Pisten und auf Schnee erlauben.

. . . und was es leisten muß!

Die "Polar 2" ist das größere und stärkere der beiden Flugzeuge. Nicht weniger als vier verschiedene Sensorsysteme dienen zur Bewältigung der folgenden geophysikalischen und geodätischen Aufgaben:

The Plane . . .

The "Polar 1" is a further development of the established DORNIER Skyservant and is provided for the transport of personnel and equipment between the Antarctic bases 'Georg-von-Neumeyer station' and 'Filchner station'. The "Polar 2" on the other hand has the task of carrying out the scientific survey programs. It is the fourteenth craft of the new type Do 228. Only the trained eye can recognize features of the old Skyservant: the fuselage was lengthened and a modern wing design was used. Both the "Polar 1" and "Polar 2" have wheel-ski landing gear, which enables take-off and landing on normal runways and on snow.

. . . and its Functions!

The "Polar 2" is the bigger and more powerful of the two aircraft. Four different sensor systems are incorporated for geophysical and geodetic purposes:



Der hochmoderne Flügel mit Sensor-Träger
The modern wing with stinger

▷ Geophysical Sector

• Aeromagnetics

A proton precession magnetometer Geometrics G 813 is located at the end of the left wing, housed in a 1.2 m long stinger. It measures the earth's magnetic total intensity and the anomalies which are caused by the varying magnetic properties of the subsurface. Systematic surveying enables – uninfluenced by the ice thickness – conclusions about areas containing ores or hydrocarbons and supplies important data for general geological mapping. A preamplifier for the signal and a 3-coil assembly for compensating the aircraft's magnetism are also located in this wing.

The aeromagnetic measurements are made by an engineer from the Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Federal Institute for Geosciences and Natural Resources).

• Electromagnetics

In the VLF-EM method a VLF electromagnetometer (Herz-Totem 2A) receives the long waves in the 15 to 25 kHz range which are emitted from VLF transmitters over great distances for communication with submarines. These waves induce currents in the subsurface conductive structures. The secondary fields produced in this way are superimposed on the primary field and are detected when flown over, thus giving indications of ore deposits, but also of fissures in the ice filled with salt water.

The sensor is housed in an approximately 1.5 m long nose stinger.

• Electromagnetic Reflection Method (EMR)

The method is based on a high-powered 'radar tool' developed by Prof. Thyssen at the Geophysical Institute of the Münster University. Ice layers over one thousand meters thick can be penetrated, interbedding and the course of fissures in the ice detected and the topogra-

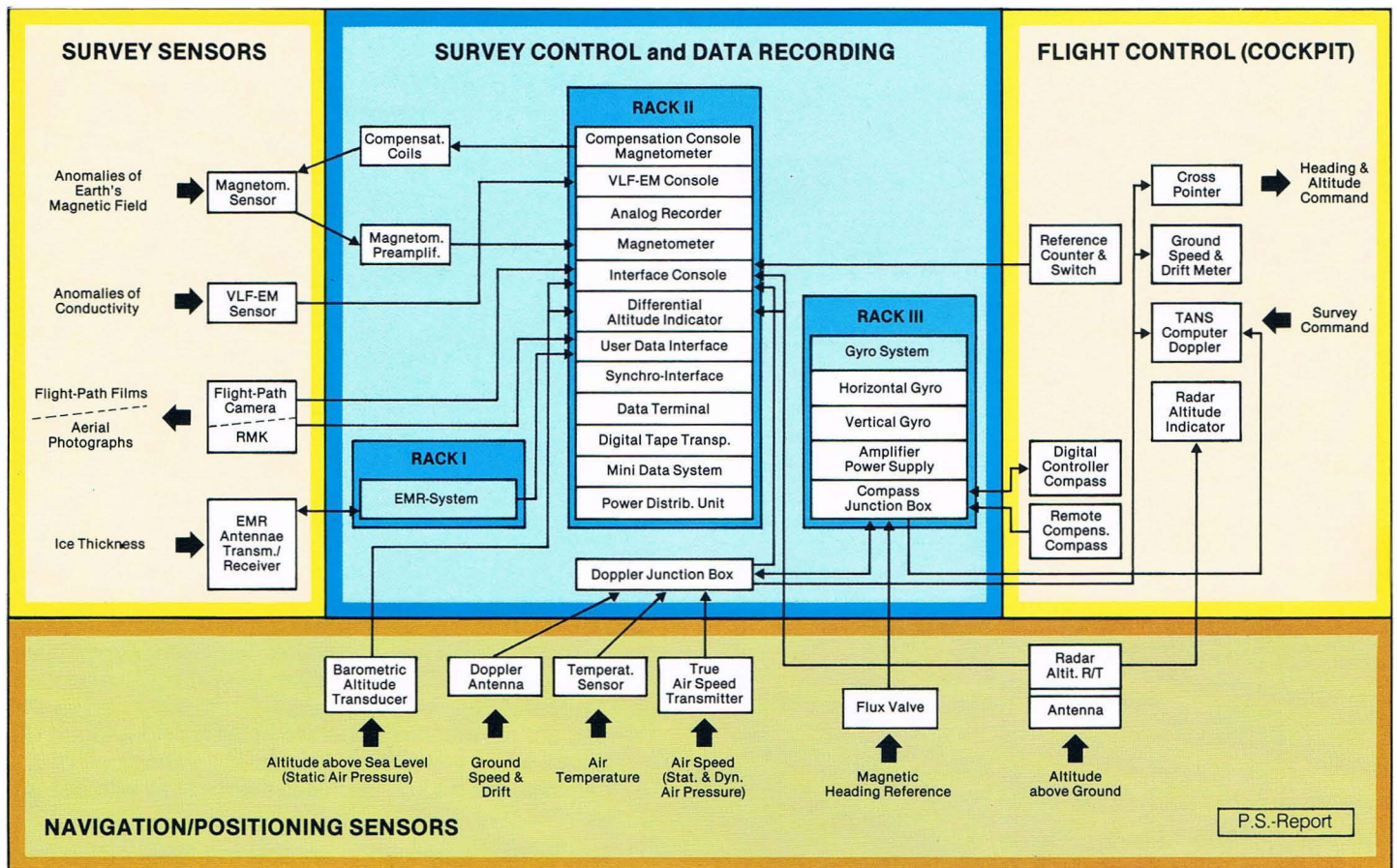


Ausrüstung des Geräte-Racks II
Equipping the rack II

"Polar 2" in der Endmontagehalle der DORNIER-Werke in Oberpfaffenhofen

"Polar 2" in the DORNIER assembly hangar in Oberpfaffenhofen





*Blockschaltbild der wissenschaftlichen Nutzlast
Block diagram of the scientific payload*

▷ Geophysikalischer Sektor

• Aeromagnetik

Ein Protonenpräzessionsmagnetometer Geometrics G 813 findet sich an der Spitze des linken Tragflügels in einem 1,2 m langen Sensorträger untergebracht. Es dient zur Messung der erdmagnetischen Totalintensität und der Anomalien, die durch unterschiedliche magnetische Eigenschaften des Untergrundes hervorgerufen werden. Systematische Vermessungen erlauben – unbeeinflusst durch den antarktischen Eispanzer – Schlüsse auf erz- und kohlenwasserstoffhaltige Bereiche und liefern wichtige Daten zur allgemeinen geologischen Kartierung. In der Tragfläche befinden sich noch ein Vorverstärker für die Meßsignale und ein Spulentripel zur Kompensation des Flugzeugmagnetismus. Durchgeführt werden die aeromagnetischen Messungen durch einen Ingenieur der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR).

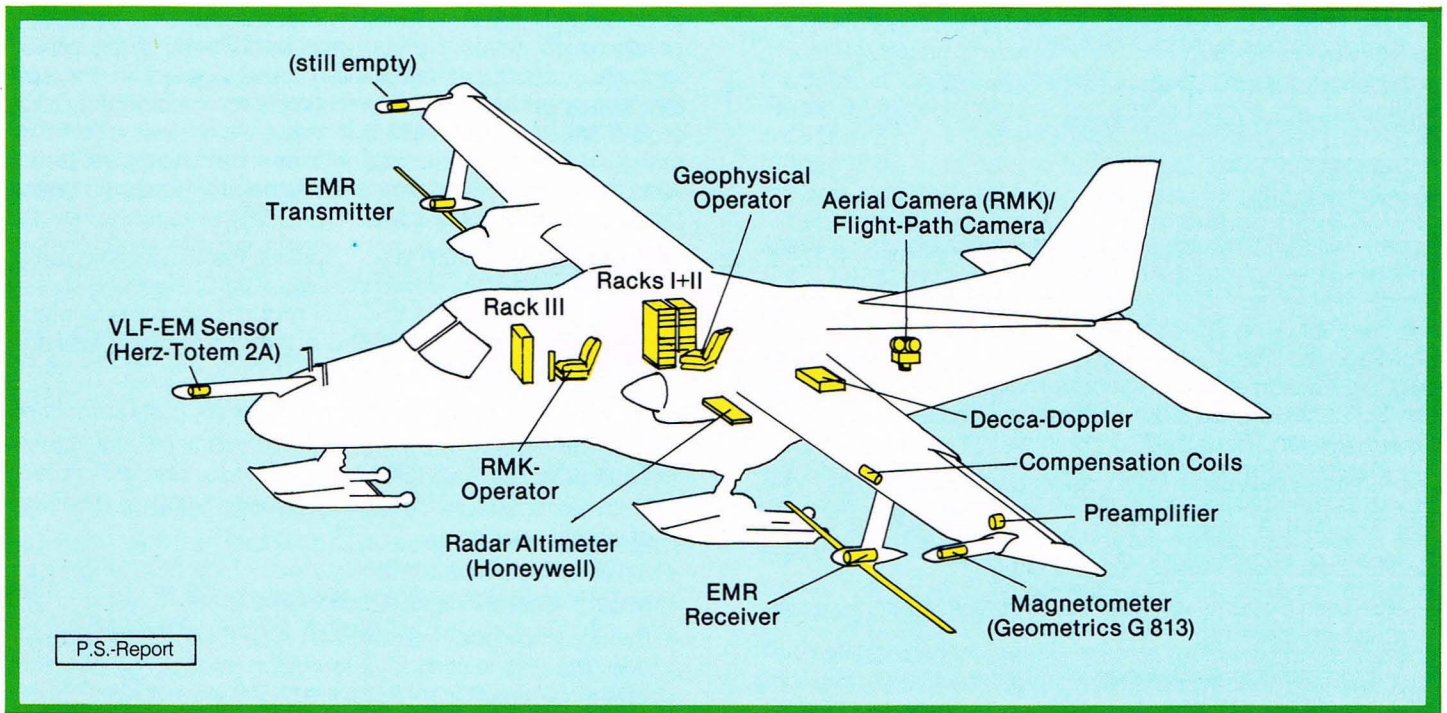
• Elektromagnetik

Beim VLF-EM-Verfahren empfängt ein VLF-Elektromagnetometer (Herz-Totem 2A) die Langwellen im 15- bis 25-kHz-Bereich, die zur Kommunikation mit Unterseebooten über große Distanzen von VLF-Sendern ausgestrahlt werden. Diese Wellen induzieren Ströme in den leitfähigen Strukturen des Untergrundes. Die auf diese Weise entstehenden Sekundärfelder überlagern das induzierende Primärfeld, sie werden beim Überfliegen erfaßt und liefern Hinweise auf Erzlagerstätten, aber auch auf salzwassergefüllte Spalten im Eis. Der Sensor ist in einem etwa 1,5 m langen Bugmast untergebracht.



Training der feldmäßigen Eichung der Kompaßanlage mit einem Bussolentheodoliten

Practicing the routine calibration of the compass system with a bussolitheodolite



Die "Polar 2", und was sich in ihr verbirgt
 "Polar 2", and what's in it

• **Elektromagnetisches Reflexionsverfahren (EMR)**

Seele des Verfahrens ist ein von Prof. Thyssen am Geophysikalischen Institut der Universität Münster entwickeltes 'Radargerät' mit sehr hoher Pulsleistung. Es erlaubt, Eisschichten von über tausend Meter Mächtigkeit zu durchdringen, erfaßt Einlagerungen und Spaltenverläufe im Eis und enthüllt die unter dem Eispanzer verborgene Topographie. Zwei auf Pylonen unter den Tragflächen montierte 2,5 m lange Dipolantennen senden die Impulse aus und empfangen die Echos.

phy hidden under the ice revealed. Two 2.5 m long dipole antennae on extenders mounted under the wings transmit the pulses and receive the echos.

▷ **Geodätischer Sektor**

▷ **Geodätischer Sektor**

• **Aufnahme mit Reihenmeßkamera (RMK)**

Die RMK 8.5/23 von Zeiss wird alternativ zum geophysikalischen Sensorpaket eingesetzt, da ihr Einsatz größere Flughöhen verlangt. Die Kamera befindet sich im hinteren Teil des Rumpfes. Ein Operator bedient die Anlage vom RMK-Operatorplatz am Navigationsteleskop aus, das im Rumpf vorne rechts untergebracht ist.

• **Surveying with Aerial Camera (RMK)**

The Zeiss RMK 8.5/23 is operated separately from the geophysical sensor equipment as its use requires a greater flying altitude. The camera is located in the rear of the fuselage. An operator controls the system from the RMK operator seat at the navigation telescope, which is situated in the front (right) of the fuselage.

The aim of the system is to obtain a continuous series of photographs of the land strip flown over for cartographic purposes. In the first survey period 1983/84 parts of the Antarctic region 'Neu Schwabenland' are to be surveyed.

The instrument is defined and run by the Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt (IfAG, Institute for Applied Geodesy).

Aufgabe des Systems ist die lückenlose photographische Erfassung des überflogenen Geländestreifens für kartographische Zwecke. Bei der ersten Meßkampagne 1983/84 sollten Teile der Antarktisregion 'Neu Schwabenland' vermessen werden.

Das Gerät wird definiert und betrieben vom Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt (IfAG).

Other Important Equipment

As in marine surveys, air operations also require exact navigation and positioning. PRAKLA-SEISMOS' task was therefore to install a complete navigation system, consisting of:

- Decca Doppler 71 (antenna under fuselage) with TANS navigation computer
- Precision gyro compass Sperry C-12 with magnetic support (housed in the 'Rack III')
- Barometric altimeter Rosemount
- Radar altimeter
- Air thermometer
- Difference-Altitude Indicator from PRAKLA-SEISMOS

Was noch dazugehört

Wie für die Messung auf See ist auch für die Messung aus der Luft eine exakte Navigation und Positionierung unabdingbar. Aufgabe unserer Gesellschaft war es, eine komplette Navigationsanlage zu installieren, bestehend aus:

- Decca Doppler 71 (Antenne unter dem Rumpf) mit TANS-Navigationsrechner

- Präzisionskurskreisel Sperry C-12 mit magnetischer Stützung (untergebracht im 'Rack III')
- barometrischem Höhenmesser Rosemount
- Radarhöhenmesser Honeywell
- Luftthermometer
- Difference-Altitude-Indicator von PRAKLA-SEISMOS

In den TANS-Computer gibt der Navigator bis zu 10 Wegpunkte ein, welche die Anfangs- und Endpunkte der Meßprofile definieren. Über ein Anzeigergerät (Crosspointer) erhält der Pilot die entsprechenden Steuerkommandos für den Profilflug. Ist dabei eine bestimmte Höhe einzuhalten, so zeigt ein horizontaler Anzegebalken die Abweichungen von der Sollhöhe an, die vom Difference-Altitude-Indicator gesteuert werden.

Die Navigationsanlage liefert auch die Positionsdaten. Sie werden synchron mit den Sensormesswerten analog und digital erfaßt. Dazu dienen die im 'Rack II' zentral im Rumpf am Geo-Operatorplatz installierten Einheiten:

- Mini-Data-System von McPhar Fabritek (Datenformatierung und -prüfung)
- Magnetbandgerät Kennedy (800 bpi)
- Datenterminal von Texas Instruments (interaktive Steuerung des Meßbetriebs)
- Interface-Konsole von McPhar
- Analogschreiber (bis zu 16 Kanäle)
- Synchro-Interface von PRAKLA-SEISMOS, zur Aufbereitung der Fluglageinformationen des Kreisel systems (Pitch-, Roll- und Driftwinkel für die Digitalregistrierung)
- User-Data-Interface von PRAKLA-SEISMOS. Dieses Gerät stellt der separaten PCM-Datenerfassung (Pulse-Code-Modulation) der EMR-Anlage an einer RS-232-Schnittstelle den kompletten Geophysik- und Navigationsdatensatz zur Verfügung. An Spezialschnittstellen stehen ausgewählte Navigationsdaten für die Reihenmeßkamera bereit, die in jedes Luftbild am Rand eingeblendet werden: Datum, Zeit, geographische Länge und Breite, Vektorlänge (Distanz vom Profilstart), Pitch-, Roll- und Driftwinkel, barometrische- und Radarhöhe, Kurs geographisch Nord.

Während der geophysikalischen Missionen wird die Reihenmeßkamera gegen eine von PRAKLA-SEISMOS gelieferte 35-mm-Flugwegkamera ausgetauscht, die für die absolute Positionierung der Meßdaten erforderlich ist. Die EMR-Anlage ist nur über das User-Data-Interface mit der Hauptanlage verknüpft. Ihre Steuer- und Registerieinheiten befinden sich im 'Rack I' in der Rumpfmittle.

Auftrag, Ausführung, Tests, Probleme

Ende 1982 erhielt PRAKLA-SEISMOS durch den verantwortlichen Expeditionsleiter, Prof. Dr. Thyssen von der Westfälischen Wilhelmsuniversität in Münster, den Ausrüstungsauftrag für die "Polar 2". Er umfaßte die Beschaffung von zwei der drei zu installierenden geophysikalischen Meßgeräte (Magnetometer, VLF-Elektromagnetometer) sowie die Bereitstellung der erforderlichen Navigationsanlage und des Datenerfassungssystems. Speziell für diesen Auftrag wurde das User-Data-Interface konstruiert, das einerseits den beiden Nutzern 'EMR' und 'RMK' Daten übermittelt, andererseits die wahlweise Triggerung der Datenerfassung durch die RMK ermöglicht. Darüber hinaus war die Verkabelung sämtlicher Navigations- und Meßeinheiten, zugeschnitten auf die Maße der DORNIER 228, durchzuführen.

The navigator inputs into the TANS computer up to 10 way points which define the start and end points of the survey lines. An indicator (crosspointer) then presents to the pilot the corresponding control commands for keeping the plane on the line to be surveyed. If a specific elevation is to be maintained then a horizontal indicator bar shows the deviations from the required elevation; these are monitored by the Difference-Altitude indicator.

The navigation system also supplies the positioning data, which are recorded simultaneously with the sensor survey values both in analog and digital mode. Recording is made by the units in 'Rack II' installed in the centre of the fuselage at the Geo-Operator's position:

- Mini-Data System from McPhar Fabritek (data formatting and checking)
- Tape drive Kennedy (800 bpi)
- Data terminal from Texas Instruments (interactive control of survey operation)
- Interface console from McPhar
- Analog recorder (up to 16 channels)
- Synchro-interface from PRAKLA-SEISMOS, for processing the plane-altitude information of the gyro-system (pitch, roll and drift angle for the digital recording)
- User data-interface from PRAKLA-SEISMOS. This equipment makes the complete geophysical navigation-data set available to the particular PCM data acquisition (pulse code modulation) of the EMR system at a RS-232 data interface. At specific data interfaces selected navigation data are relocated for the aerial camera. These data are displayed along the edge of each aerial photograph: date, time, latitude and longitude, vector length (distance from line start), pitch, roll and drift angle, barometric and radar altitude, heading with respect to geographic north.

During the geophysical work the aerial camera is replaced by a 35 mm flightpath camera, supplied by PRAKLA-SEISMOS, which is necessary for the absolute positioning of the survey data. The EMR System is connected to the main system only via the user data-interface. Its control and recording units are located in 'Rack I' in the middle of the fuselage.

The Job, Execution, Tests, Problems

At the end of 1982 PRAKLA-SEISMOS received the contract for equipping the "Polar 2" through the expedition leader Prof. Thyssen of the Westphalian Wilhelms University in Münster. It included the provision of two of the three geophysical instruments to be installed (magnetometer, VLF electro-magnetometer) as well as the setting up of the necessary navigation installation and the data acquisition system. The user data-interface was constructed specially for this order. On the one hand this interface has to transmit data to the users 'EMR' and 'RMK', and on the other hand enables the triggering of data acquisition by the aerial camera when aerial surveys are flown. Moreover, the cables, cut to fit the dimensions of the DORNIER 228, had to be laid for all the navigation and survey units.

The geophysical equipping of a plane was nothing new to our company. However, the task proved to be more complicated than normal as no less than four sensor systems were to be integrated and numerous electrical, magnetic and mechanical interactions between a new plane type and the sensors as well as between the sensors themselves had to be investigated and, if they caused disturbance, eliminated. Con-

Die geophysikalische Ausrüstung eines Flugzeugs bedeutete für unsere Gesellschaft zwar kein Neuland, komplizierter als sonst üblich gestaltete sich die Aufgabe allerdings dadurch, daß nicht weniger als vier Sensorsysteme zu integrieren waren und eine Vielzahl von Wechselwirkungen elektrischer, magnetischer und mechanischer Art zwischen einem neuen Flugzeugtyp und den Sensoren sowie den Sensoren untereinander erforscht und, falls störend, beseitigt werden mußten. So waren der eigentlichen Ausrüstungsphase mehrere Voruntersuchungen vorangegangen. Begonnen hatten sie im Sommer 1982 mit der Vermessung des Flugzeugmagnetismus an einem Schwesterflugzeug der "Polar 2" zur Entscheidung über den Einbauort des Magnetometers, und fortgeführt wurden sie auf dem Flughafen Greven/Münster mit Verträglichkeitstests zwischen der EMR-Anlage einerseits und dem Decca Doppler, dem VLF-Elektronenmagnetometer und dem Protonenmagnetometer andererseits mit einem Flugzeug der Hansa Luftbild GmbH.

Es folgten weitere Tests an einem elektrisch und magnetisch ungestörten Ort im Deister, wo sich auch die Firma DORNIER mit der Prüfung von CFK (Kohlefaserkunststoff)-Bauteilen zur Montage der Sensorträger, der sogenannten 'Masten', beteiligte.

Nach Festlegung der Einbaustellen der Sensoren liefen die Herstellung der Verkabelung und die Ausrüstung des 'Navigationracks' (III) mit dem Kreiselsystem und den dazugehörigen Versorgungseinheiten in Hannover parallel zum Bau des Flugzeugs. Während der Erprobungsflüge, die mit beiden Polarflugzeugen im Frühsommer 1983 in Grönland absolviert wurden, konnte auch schon das Navigationssystem erfolgreich getestet werden.

Für uns folgte noch der schwierigste Teil der Aufgabe: Einbau, Tests und Abstimmung der wissenschaftlichen Nutzlast. Die hierfür eingeplante Zeitspanne erwies sich als zu knapp, so daß mehrere Termine in die Phase der zahlreichen Erprobungs- und Nachweisflüge hineinverlegt werden mußten. Weil aber alle beteiligten Institutionen und Firmen zu Konzessionen und Opfern bereit waren, konnten die beiden Polarflugzeuge kurz vor Weihnachten planmäßig über Westafrika und Südamerika in Richtung Antarktis auf ihre weite Reise gehen.

sequently, several preliminary investigations preceded the actual equipping phase. The plane's magnetism was measured first of all in summer 1982 using a sister plane of the "Polar 2" in order to enable definition of the magnetometer sensor mounting. At the Greven/Münster airport compatibility tests were then carried out between the EMR system on the one side and the Decca Doppler, the VLF electromagneticometer and the proton magnetometer on the other side, using in this case a plane from Hansa Luftbild GmbH.

Further tests followed at an electrically and magnetically undisturbed location in the Deister hills, near Hannover, where the DORNIER company was also involved in checking carbon-fibre parts for mounting the sensor bearers, the so-called 'stingers'.

After establishing the positions of the sensors, the cable laying and the equipping of the 'navigation rack' (III) with the gyro system and the relevant support units in Hannover ran parallel to the manufacture of the plane. During the test flights, which were completed by both planes in the early summer of 1983 in Greenland, the navigation system was also successfully tested.

The hardest part of the job was for us still to come: installation, tests and checking the scientific payload. The time allotted for this proved to be too short so that some of this work had to be done in the phase for the numerous aircraft licensing test flights. Nevertheless, because all the institutes and companies involved were prepared to make concessions and sacrifices, the two polar planes could start out on their way over West Africa and South America in the direction of the Antarctic shortly before Christmas according to schedule.



*Fertig zum Einsatz
Ready for operating*

COMSEIS – Computergesteuertes seismisches Auswertungssystem

(Teil II: Software)

Text zum Poster
... concerning the poster

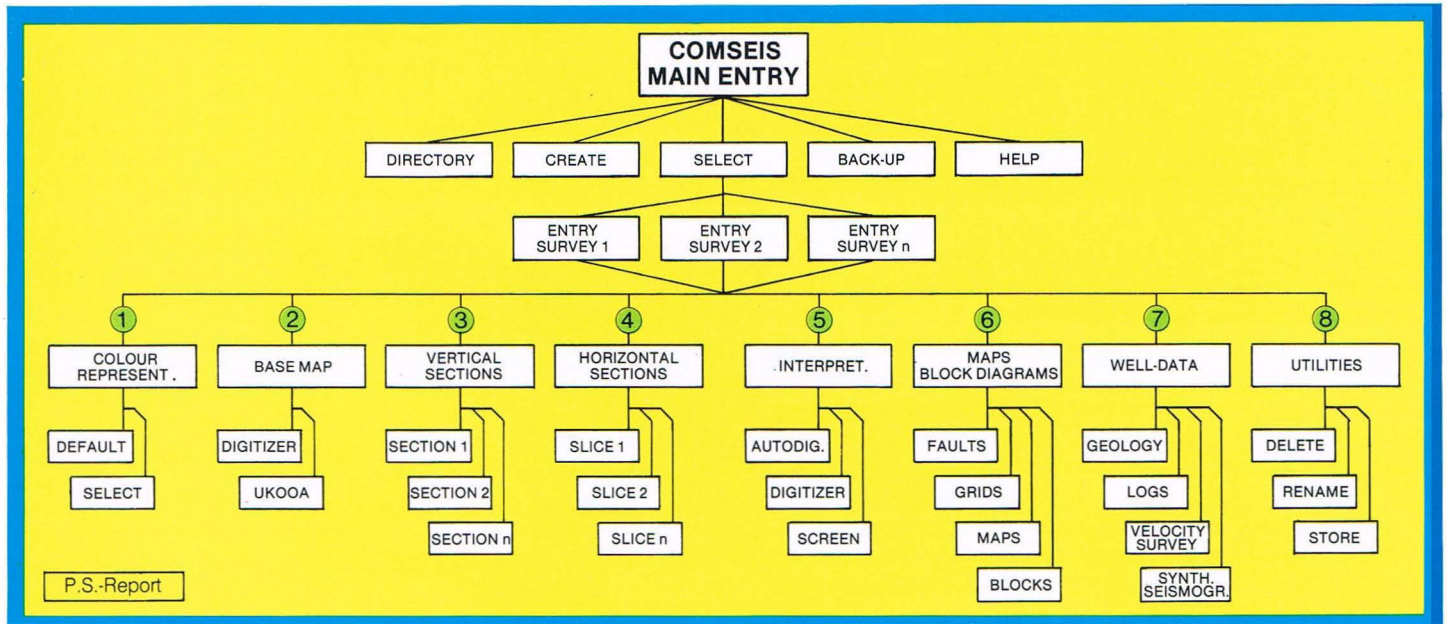


Fig. 1
*Vereinfachtes Organisationsschema des
COMSEIS-Software-Paketes*

Simplified organizational chart of the COMSEIS software

A. Glocke

Im letzten REPORT (3+4/83) haben wir die Hardware-Konfiguration von COMSEIS vorgestellt und auch seine Vorteile und Verbesserungen gegenüber dem eingeführten COMAI-System hervorgehoben. In diesem Heft wollen wir die Software-Komponenten des Systems beschreiben.

Figur 1 zeigt ein generalisiertes Organisationsschema der wichtigsten Programm-Module und deren wechselseitige Verknüpfung. Vom 'Main-Entry' ausgehend verzweigt sich das Programm in die einzelnen 'Survey-Entries'. Sie können von verschiedenen Benutzern gleichzeitig in Anspruch genommen werden. Diese 'Survey-Entries' enthalten allgemeine Parameter, die für ein bestimmtes Meßgebiet nicht oder doch nur selten geändert werden müssen, zum Teil auch sogenannte 'Default-Parameter' (z. B. Bearbeiter-Identifikation, Versions-Nummer, Auftraggeber, Auftrags-Nummer, allgemein zu benutzende Darstellungsparameter usw.). Von diesem Punkt aus, also nach der Definition eines Meßgebietes, hat der Bearbeiter die Möglichkeit, die verschiedensten Programm-Module zu benutzen, die im folgenden in acht Gruppen zusammengefaßt und kurz beschrieben werden sollen.

1. Farbdarstellung

Hier werden die Farben für die Kennzeichnung der auszuwertenden Horizonte ausgewählt, falls der Bearbeiter nicht mit den automatisch gesetzten Farben einverstanden ist. Hat er seine Wahl getroffen, stehen ihm 15 verschiedene Horizontfarben zur Verfügung. In einer hiervon abweichenden Farbe werden Störungen markiert. Änderungen an einem ausgewählten Horizont- oder Störungssegment werden in einer definierten Farbe (blinkend) dargestellt, die

COMSEIS – Computer-aided Seismic Interpretation System (Part II: Software)

In the previous REPORT (3+4/83) the hardware configuration of COMSEIS was presented, and also its advantages and improvements compared to the COMAI system were emphasized. In this issue the software components are described.

Figure 1 shows a generalized organizational diagram of the most important program modules and their relationship to one another. The program branches out from the 'Main Entry' into the individual 'Survey Entries'. Different users can have simultaneous access to them. These 'Survey Entries' contain general parameters which for a specific survey area do not, or seldom, need to be altered (e. g. user identification, version number, name of client, contract number, general presentation parameters to be used). So-called default parameters are also included. As soon as a survey area has been defined the user has the possibility to work with the various program modules, which are summarized in the following eight points:

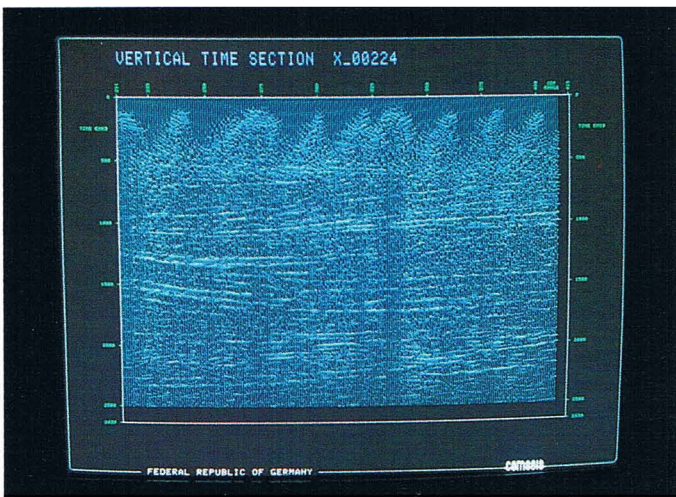
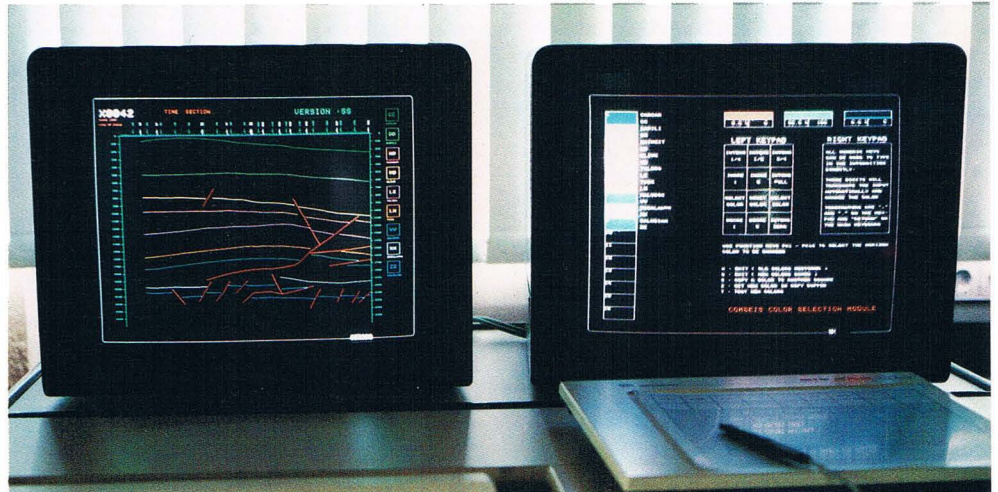
1. Colour Representation

At this point the colours are selected for the identification of the horizons to be interpreted, that is if the user does not want the automatically set colours. After selection is made,

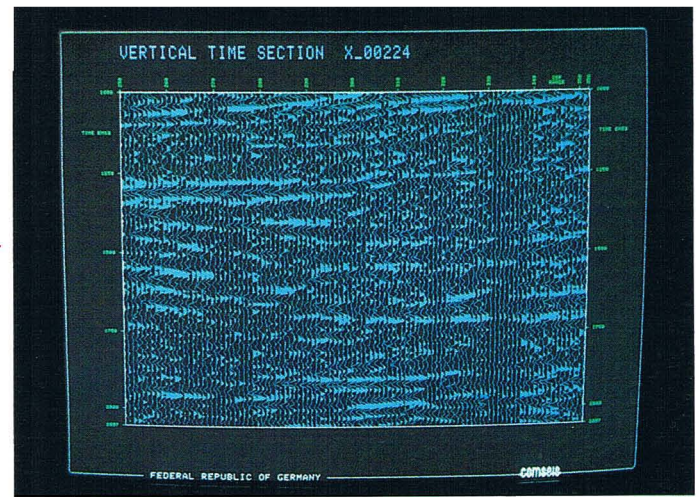
Fig. 2

Der linke Monitor zeigt die vom Rechner vorgegebenen Farben (default) für die ausgewerteten Horizonte und Störungen, der rechte das Farbwahlmenü

The left monitor shows the automatically set colours (default) of the interpreted horizons and faults, the right monitor shows the colour selection menu



(a)



(b)

Fig. 3

a) Vertikal-Sektion aus einer 3D-Messung (migriert)
b) Ein vergrößerter Ausschnitt der gleichen Sektion

a) Vertical section from a 3-D survey (migrated)
b) A zoomed part of the same section

nach der expliziten Zustimmung des Bearbeiters die gewählte Horizont- oder Störungsfarbe annimmt.

Falls mehr als 15 Horizonte zu markieren sind, erhalten die Horizonte 16 bis 30 die Farben der Horizonte 1 bis 15. Figur 2 zeigt auf dem linken Monitor die vorgeschlagene Farbverteilung für die auszuwertenden Horizonte und auf dem rechten das Menü, mit Hilfe dessen diese Farben geändert werden können. Die Änderung erfolgt durch Mischen, also durch Änderung des R(ed)/G(reen)/B(lue)-Signals.

2. Lageplan

Dieses Modul steuert die Eingabe der Lageplandaten. Sie können entweder von einem UKOOA-Band eingelesen oder über einen Digitalisierertisch eingegeben werden. Natürlich ist ein Lageplan auch nach Bedarf zu modifizieren. Darstellungen sind auf allen graphischen Geräten möglich.

3. Vertikal-Sektionen

Mit diesem Modul wird die Darstellung der Vertikal-Sektionen eines Meßgebietes gesteuert, deren Daten auf der Datenplatte gespeichert sind. Für die Darstellung der X- bzw. Y-Linien können dann Ausschnitte mit maximal 1000 Samples pro Spur und bis zu 512 Spuren pro Linie ausgewählt werden. (Fig. 3 und 4).

4. Horizontal-Sektionen

Horizontal-Sektionen werden ähnlich gehandhabt wie die vertikalen Sektionen. Es gelten vergleichbare Einschränkungen (s. Poster unten und Fig. 5).

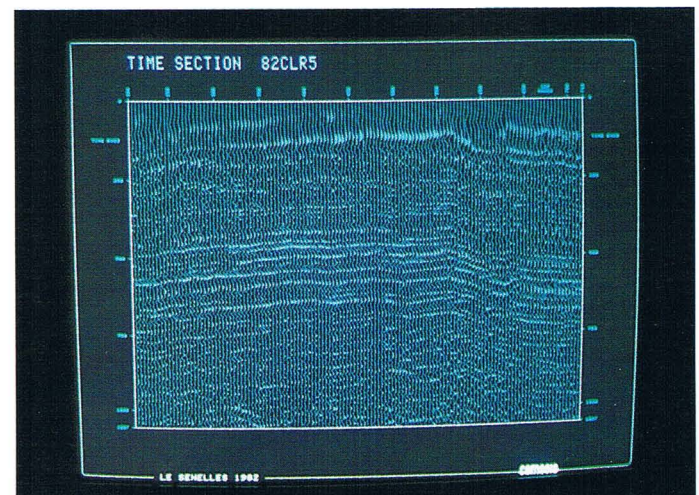


Fig. 4

Unmigrierte Zeit-Sektion (2D)
Unmigrated time section (2-D)

5. Auswertung

Die Korrelation der seismischen Ereignisse und ihre Verknüpfung mit geologischen Inhalten geschieht in folgender Weise:

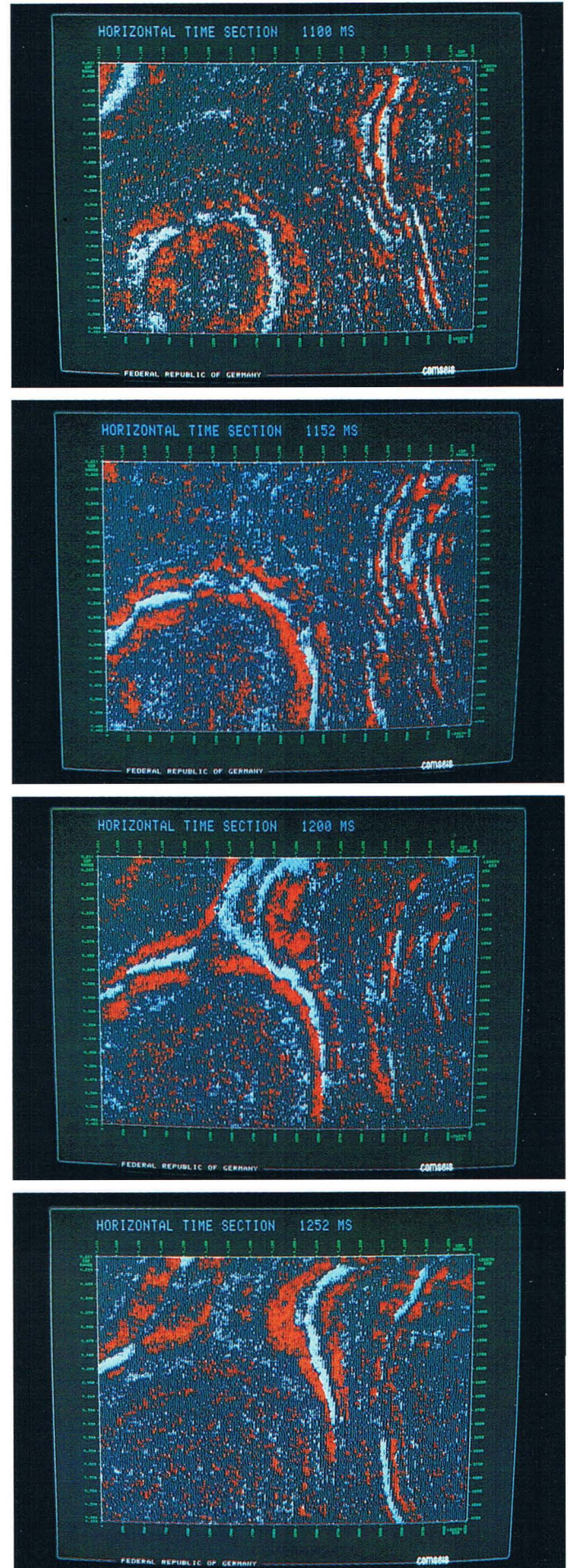
- ▷ Horizont- und/oder Störungssegmente können aus Papiersektionen über den Digitalisiertisch in die Datenbasis eingegeben werden. Die Eingabe erfolgt interaktiv und ist menügesteuert. Im 2D- wie auch im 3D-Fall können Vergrößerungen sich kreuzender Profile dargestellt werden (Fig. 6 bis 8). Modifikationen erfolgen entweder direkt durch graphische Prozesse, wobei die seismischen Daten verfügbar sein sollten, oder über den Digitalisiertisch.
- ▷ Es besteht aber auch die Möglichkeit, seismische Ereignisse direkt am Schirm zu korrelieren. Dies geschieht mit Hilfe eines Fadenkreuzes, womit man in der auf dem Schirm abgebildeten Sektion die gewünschten Punkte anfährt und als Segment eines bestimmten Horizontes definiert.
- ▷ Darüber hinaus ist die Möglichkeit gegeben, seismische Ereignisse halbautomatisch miteinander zu verknüpfen. In diesem Fall definiert der Bearbeiter auf der Bildschirmsektion den Anfang und das Ende eines Segmentes. Der Rechner sucht sich dann in der Datenbasis die beste Korrelation heraus und stellt sie auf dem Monitor dar. Der Bearbeiter kann nun entscheiden, ob die Korrelation seiner Vorstellung entspricht oder ob ein neuer Versuch unternommen werden muß. Versagt diese Automatik aufgrund zu schlechter Reflexionsqualität, hat der Bearbeiter zur oben beschriebenen Methode zurückzukehren.
- ▷ Im 3D-Fall kommt die Auswertung der horizontalen Sektionen hinzu. In diesen Horizontalschnitten, die ebenfalls auf dem Monitor dargestellt werden können, hat nun der Auswerter die Möglichkeit, Konturlinien und Störungen einzutragen. In günstigen Fällen, d. h. bei guter Reflexionsqualität, kann er durch das Anreißen bestimmter seismischer Ereignisse in einer Abfolge von Horizontalschnitten Zeitpläne herstellen, ohne die Vertikalschnitte zu benutzen. Mittels Rechner lassen sich die Ergebnisse dieser Interpretation in die Vertikalsektionen übertragen. Der Auswerter hat nun die Möglichkeit, sich auf kritische Teilbereiche zu konzentrieren und in den Vertikalschnitten eine ergänzende Auswertung durchzuführen. Der Regelfall dürfte jedoch die Auswertung und anschließende Verknüpfung beider Sektionsarten sein.

6. Konturpläne

Das Ziel einer Auswertung liegt im Regelfall in der Erstellung von Konturplänen. Hierzu können innerhalb des Systems verschiedene Module benutzt werden. So mag der Wunsch bestehen, sich rasch einen Überblick über die Lagerungsverhältnisse im Meßgebiet zu verschaffen durch die Darstellung ausgewählter Horizonte in einem frühen Stadium der Interpretation. Durch Anwendung eines einfachen Kontur-Algorithmus lassen sich – wenn auch ohne Berücksichtigung der Störungen – die Konturen eines Horizontes in 'Echtzeit' auf dem Monitor darstellen (Fig. 9).

Will der Bearbeiter die Störungen in den Plan mit einbeziehen, hat er, bezogen auf den infragestehenden Horizont, den Verlauf sämtlicher Störungen auf dem Monitor punktweise darzustellen und anschließend mit dem Fadenkreuz

Fig. 5 ▷
Folge von vier Horizontal-Sektionen bei Laufzeiten von 1100, 1152, 1200 und 1252 ms (Sampling-Rate der Aufnahmedaten 4 ms)
Sequence of four horizontal sections at traveltimes of 1100, 1152, 1200 and 1252 ms (sampling rate of recording 4 ms)



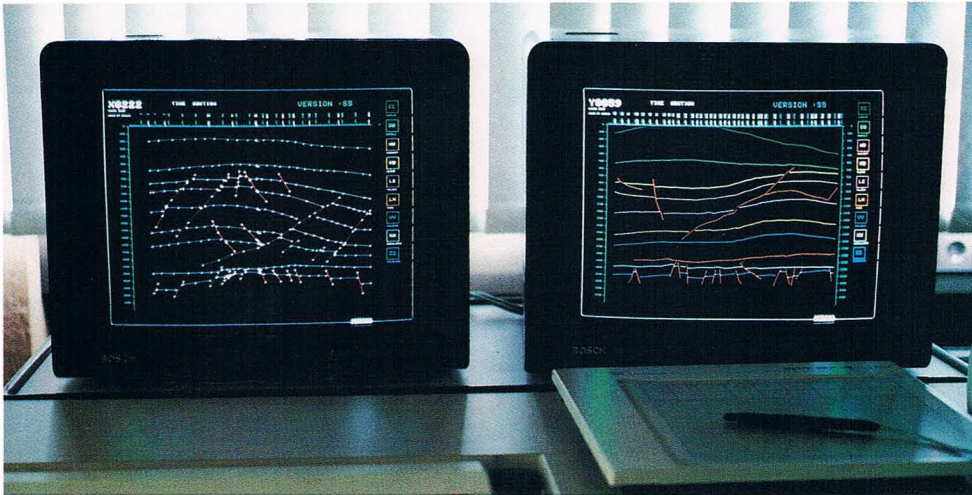


Fig. 6
Interaktive Auswertung vertikaler Zeitsektionen. Das Profil auf dem linken Monitor zeigt die ausgewerteten Horizonte und Störungen mit digitalisierten Punkten und Vergitterungen, das Profil auf dem rechten Monitor Horizonte und Störungen in einfacher linienhafter Darstellung

Interactive interpretation of vertical time sections. The section on the left monitor shows the interpreted horizons and faults with digitized points and intersection points, whereas the right monitor displays the horizons and faults only

(Fotos: H. Henke)

Fig. 7
Vertikal-Sektion, in der ein Ausschnitt zur weiteren Detailuntersuchung ausgewählt wurde
Vertical section in which a part has been selected for detailed investigation

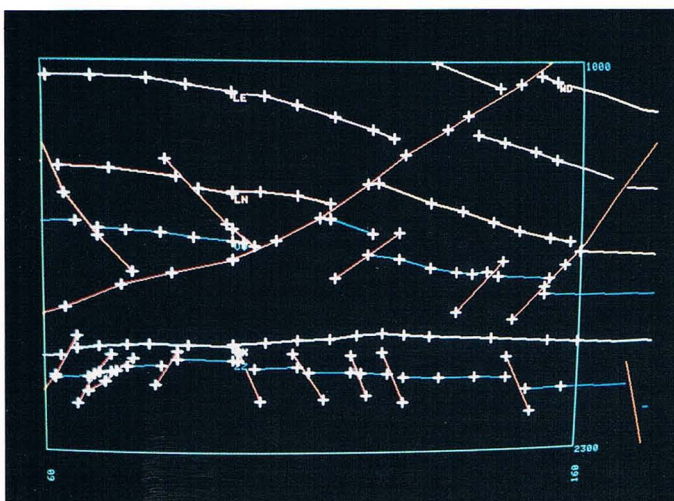
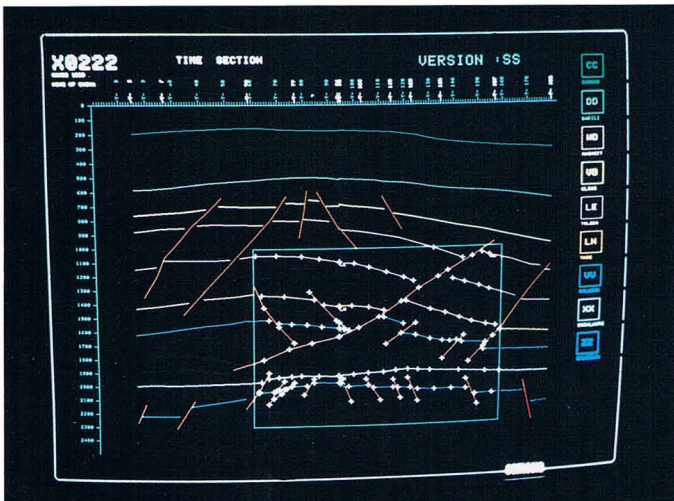


Fig. 8
Vergrößerung (Zooming) des in Fig. 7 gezeigten Ausschnitts
Zooming of the part shown in Fig. 7

15 different horizon colours are at the user's disposal, whereas a further colour is reserved for marking the faults. Alterations of a specific horizon or fault segment are represented by a defined (flashing) colour, which assumes the colour of the horizon or fault in question once the user has given his explicit acceptance. If more than 15 horizons are to be marked then the horizons 16 to 30 are given the colours of the horizons 1 to 15. Figure 2 shows on the left monitor the proposed colour distribution for the horizons to be interpreted, and on the right monitor the menu which may be used for altering these colours. The alterations are made by mixing, i. e. by changing the R(ed)/G(reen)/B(lue)-signal.

2. Basemap

This module controls the input of the basemap data; they can be either read in from a UKOOA tape or input via a digitizer. Of course, a location map can also be modified if necessary. Presentations are possible on all graphic units.

3. Vertical Sections

This module controls the vertical sections of a survey area, the data of which are stored on the disc. Parts of the X- and Y-lines with a maximum of 1000 samples per trace and up to 512 traces per line can be selected for presentation (Figs. 3 and 4).

4. Horizontal Sections

Horizontal sections are similarly dealt with; the limitations being comparable to those of the vertical sections (see poster bottom and Fig. 5).

5. Interpretation

The correlation of the seismic events and the tying of them with the geology is done as follows:

- ▷ Horizons and/or fault segments can be input into the data base from paper sections using the digitizer. The input is carried out interactively and is controlled by the menu. Tie points of intersecting sections can be presented for both 2-D and 3-D projects (Figs. 6 to 8). Modifications can be made either directly by graphic processes, whereby the seismic data must be available, or using the digitizer.
- ▷ In addition, there is the possibility of correlating seismic events directly on the display. For this, crosswires are used to pick out on the displayed section the desired points, which are subsequently defined as a segment of a specific horizon.

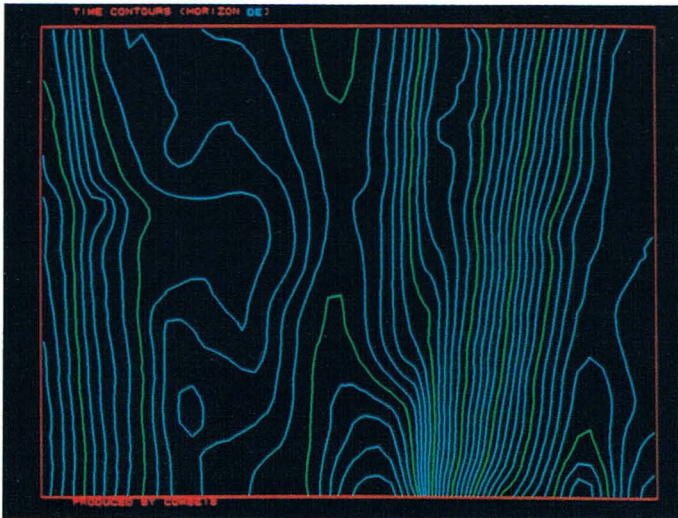


Fig. 9
Zeitplan, in Echtzeit gerechnet, als zusätzliches Hilfsmittel zur Kontrolle der Auswertung

Contour map presented in real time as an additional aid for controlling interpretation

zu definieren. Damit ist für den Horizont eine Aufteilung in konkrete Bereiche erfolgt, die unabhängig voneinander konturiert werden (s. Poster oben rechts).

Konturpläne können mittels verschiedener Plotter (z. B. Pen-Plotter, Farbraster-Plotter) dargestellt werden. Zwei vom Farbraster-Plotter gezeichnete Konturpläne zeigen die Figuren 10 und 11.

Um die geologische Struktur eines Gebietes zu veranschaulichen, kann die Darstellung dreidimensionaler Modelle nützlich sein. Ein solches Blockdiagramm ist auf dem Poster links oben zu sehen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, verschiedene Horizonte dreidimensional übereinander als 'fliegende Teppiche' darzustellen (Fig. 12).

7. Einbezug von Bohrlochdaten

Eine wichtige Ergänzung des COMSEIS-Pakets besteht in der Möglichkeit, die seismischen Interpretationsdaten mit den aus Tiefbohrungen gewonnenen geologischen und geophysikalischen Informationen zu verknüpfen, was erlaubt, die ausgewerteten Horizonte geologisch einzustufen. Außerdem können aus Bohrlochdaten regionale Geschwindigkeitsansätze für Tiefenwandlungen ermittelt werden. Eine weitere Option ist die Erstellung von Impulsseismogrammen. Diese können vom Bearbeiter in synthetische Seismogramme umgewandelt werden, was ihm in bestimmten Fällen die Interpretationsarbeit erleichtert.

8. Ergänzende Funktionen

Der in englischer Sprache geführte Dialog zwischen Rechner und Benutzer besitzt auf allen Dialogebenen sogenannte HELP-Funktionen, die dem Auswerter in Zweifelsfällen Hinweise zur Beantwortung der vom Rechner gestellten Fragen geben. Zusätzlich stehen sogenannte UTILITY-Modules zur Verfügung. Mit ihrer Hilfe können autorisierte Bearbeiter Teile der Interpretations-Daten-Basis löschen, umbenennen oder auf Band wegschreiben.

Ein letztes Wort:

In der vorangegangenen Beschreibung war von den fulminanten Möglichkeiten die Rede, die das neue System den Benutzern an die Hand gibt. Hoffen wir jetzt, daß die Interpretation mit dem Instrument COMSEIS zu spielen lernt und alle Möglichkeiten ausschöpft, die es bietet.

- ▷ Moreover, seismic events can be tied semi-automatically. In this case the user defines the beginning and end of a segment on the displayed section. The computer then searches in the data base for the best correlation and presents it on the monitor. The user is then in a position to decide whether the correlation is acceptable or whether another attempt must be made. If this automatic procedure cannot be used owing to bad reflection quality, then the user has to revert to the previously described method.
- ▷ 3-D offers an additional aid for the interpreter: the horizontal sections. This gives the possibility of drawing contour lines and faults on these horizontal slices, which can likewise be presented on the monitor. Under favourable conditions, i. e. when good reflection quality exists, the interpreter can produce time maps by marking specific seismic events in a series of horizontal slices without referring to the vertical sections. The results of this interpretation can be transferred to the vertical sections using the computer. It is now possible for the interpreter to concentrate on critical areas and to carry out a complementary interpretation in the vertical sections. The normal case, however, is the interpretation and subsequent tying of both vertical and horizontal sections.

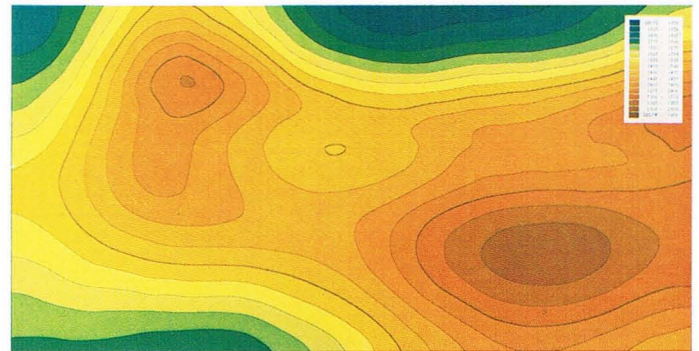


Fig. 10
Darstellung eines Zeitplanes mit dem Farbraster-Plotter (ohne Störungen)

Presentation of a time contour map with the colour raster plotter (without faults)

6. Contour Maps

The aim of an interpretation is generally to construct contour maps. For this, various modules can be used within the system. For instance, a general idea of the layering in the survey area may be quickly required by presenting selected horizons at an early stage of the interpretation. The application of a simple contour algorithm enables the contours of a horizon – even though faults are not considered – to be presented in real time on the monitor (Fig. 9).

If the user wants to include the faults in the map, he must, referring to the respective horizon, present the course of all faults point by point on the monitor and subsequently define them with the crosswires. Consequently, the horizon is divided into distinct regions, which are contoured independently from one another (see poster upper right).

Contour maps can be produced by various plotters (e. g. pen plotters, colour raster plotters). Two contour maps drawn by the colour raster plotter are shown in Figures 10 and 11.

The presentation of three-dimensional models can be useful for illustrating the geological structure of an area. An ex-

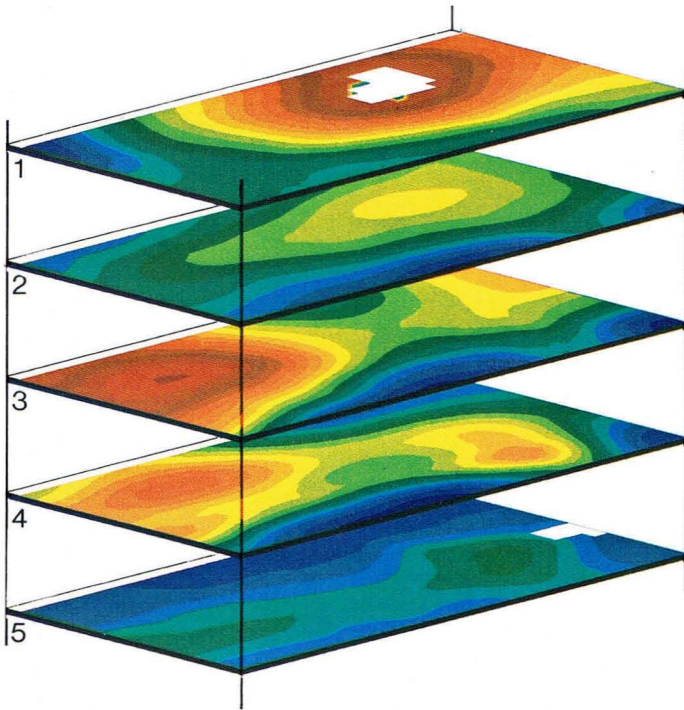


Fig. 11
Zeitpläne von fünf Horizonten perspektivisch dargestellt
(Farbraster-Plotter)

*Time contour maps of five horizons presented in perspective
(colour raster plotter)*

ample of such a block diagram is given in the top left of the poster. It is also possible to present different horizons above one another as 'flying carpets' (Fig. 12).

7. Tying of Well Data

An important capability of the COMSEIS package is that the seismic interpretation data can be tied to the geological and geophysical information gained from boreholes, thus allowing geological classification of the interpreted horizons. Moreover, regional velocity functions for depth conversion can be determined from borehole data. A further option is the production of pulse seismograms. These can be converted by the user into synthetic seismograms, which in certain cases make the interpretation easier.

8. Utilities

The English dialogue between the computer and the user has at all dialogue levels so-called help functions, which assist the user, when he is doubtful, in answering the computer's questions. In addition, so-called utility modules are available. With the help of these, authorized users can delete, rename or store on tape parts of the interpretation data base.

A Final Word:

In the above description we talked about the startling possibilities presented to the user by the new system. Now we can only hope that the instrument COMSEIS will be taken advantage of by those concerned.

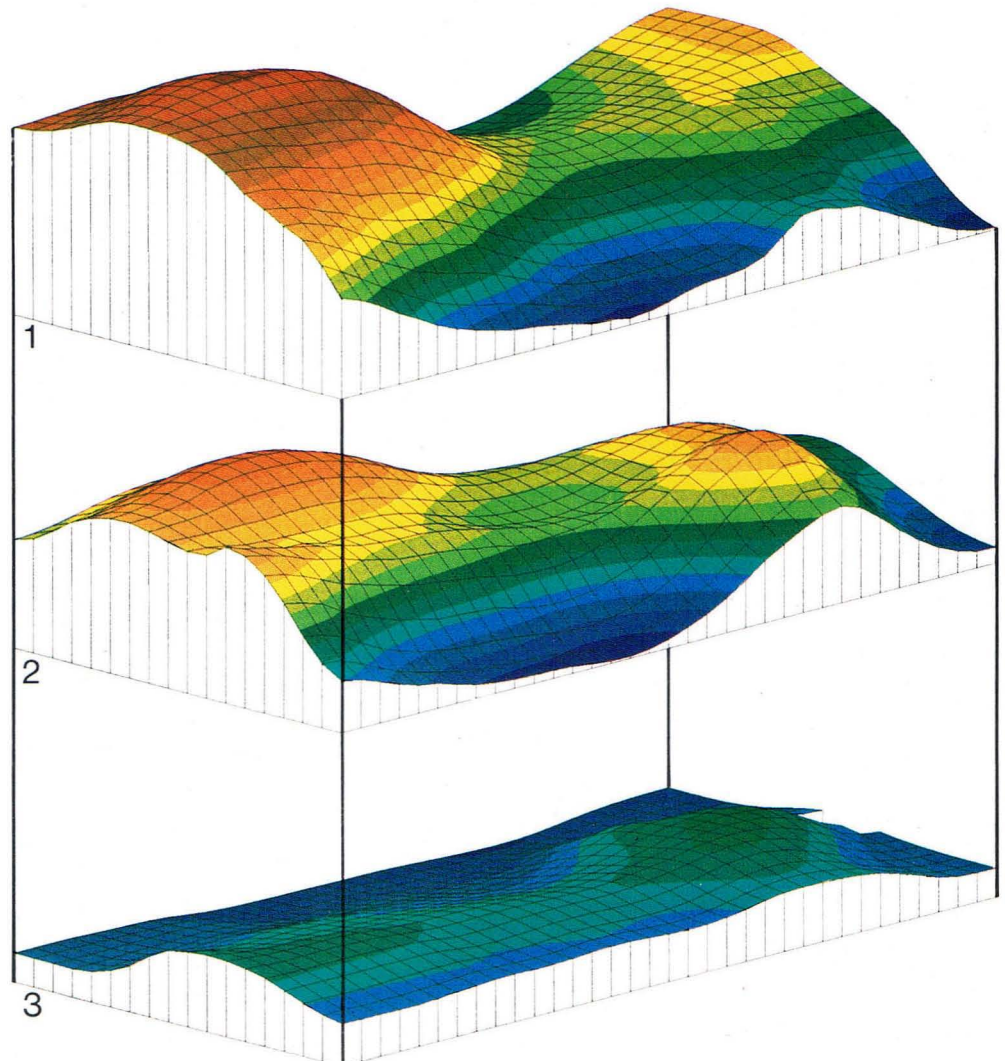


Fig. 12
'Fliegende Teppiche'. Zeitpläne von drei
Horizonten in 3D-Darstellung (Farbraster-Plotter)

*'Flying carpets'. Time contour maps of
three horizons in 3-D presentation (colour raster plotter)*

Scherwellenseismik

In den vorangegangenen Aufsätzen haben wir das *Wesen* der Scher(S-)Wellen aufzuzeigen versucht (REPORT 1 + 2/83), auch die *Methoden und Systeme* zur Erzeugung und zum Empfang dieser Wellenart, soweit sie in die Explorationsseismik Eingang gefunden haben (REPORT 3 + 4/83). Es galt dabei der Grundtatsache Rechnung zu tragen, daß die Schwingung der Teilchen transversal zur Fortpflanzungsrichtung der Wellen erfolgt, im Gegensatz zur longitudinalen Schwingungsrichtung der bislang favorisierten Kompressions-(P-)Wellen.

Ist eine Aufnahme abgeschlossen und die Schwingung registriert, gleichgültig ob auf Band oder Papier, ob digital oder analog, besitzen wir in den Ergebnissen die Abbilder oder Zahlenäquivalente von Schwingungen, deren ursprüngliche Natur für die weitere Bearbeitung prinzipiell gesehen keine Rolle spielt. Da jedoch die *Gruppierung unserer Nutzsignale* auf dem Datenträger sowie *ihre Stärke im Vergleich zu konkurrierenden Ereignissen* – das Signal/Noise-Verhältnis ist damit gemeint – von großer Bedeutung sind, empfehlen sich gewisse Modifizierungen der für das P-Wellen-Processing üblichen Verfahren und Verfahrensschritte und deren Zuschnitt auf die Erfordernisse einer mehr scherwellen-spezifischen Bearbeitung. Allein dieses 'Scherwellen-Spezifische' soll im folgenden unser Thema sein.

Die Datenbearbeitung

H. A. K. Edelmann, B. Wiest, J. Schmoll*), G. Keppner

Wer beschreibt, wie man Scherwellen erzeugt, prozessiert und interpretiert, der wird zwangsläufig, um nicht zu sagen zwanghaft, den Vergleich mit den hierzu analogen P-Wellen-Ereignissen anstrengen. Und selbst wer den direkten Vergleich zu vermeiden sucht, dürfte sich bei qualitativen und quantitativen Aussagen an jener Meßplatte orientieren, die auf die Handhabung von P-Wellen geeicht ist.

Datenbearbeitung von Scherwellen. Das Eingeständnis, daß die Explorationsseismik erst am Anfang einer wirklich 'spezifischen' Datenbearbeitung für S-Wellen steht, fällt nicht schwer. Aufzeigen wollen wir deshalb in erster Linie, welche spezifischen Probleme das S-Wellen-Processing aufwirft. Diese Probleme sind vielgestaltig, und dennoch resultieren sie aus nur wenigen Grundtatsachen. Wir wollen sie in knapper Form präsentieren und anschließend, etwas ausführlicher, die Konsequenzen für die Datenbearbeitung auszuloten versuchen.

▷ **Die Geschwindigkeit.** Die S-Wellen-Geschwindigkeit V_s ist erheblich geringer als die P-Wellen-Geschwindigkeit V_p . In konsolidierten Schichten beträgt das V_p/V_s -Verhältnis etwa 2, in oberflächennahen Zonen kann es bis auf

Shear-Wave Seismics

In the previous articles we have tried to show the *nature* of shear-(S)-waves (REPORT 1 + 2/83) and also the *methods and systems* for generating and receiving this wave type in so far as they have found acceptance in exploration seismics (REPORT 3 + 4/83). There, the basic fact was taken into account that the oscillation of the particles is transverse to the direction of wave propagation, as opposed to the longitudinal oscillation direction of the generally preferred compressional-(P)-waves.

Once a recording has been completed and the oscillations registered – irrespective of whether on tape or paper, whether digital or analog – we have in the results the image, or the number equivalent, of the oscillations, the original nature of which is generally speaking unimportant for the further processing. However, as the *arrangement of our signals* on the tape as well as *their strength compared to the competing events* (the signal/noise-ratio is meant here) are important, it is advantageous to make certain modifications of the normal methods used for P-waves so that they suit the requirements of a shear-wave-specific processing. Just this is the topic under discussion in the following.

The Data Processing

Whoever describes how to generate, process and interpret shear waves is inevitably forced to make comparisons with the analogous P-wave events. And even if he avoids direct comparison when drawing qualitative and quantitative conclusions, he is urged to find orientation on a scale which is calibrated on the handling of P-waves.

We have to admit that exploration seismics is just at the beginning of a real 'specific' data processing for shear waves. Therefore we want to show primarily what specific problems the S-wave processing presents. These problems have many forms, but result from only a few basic facts. These are presented in a short summary and subsequently, in somewhat more detail, an attempt is made to probe the consequences for the data processing.

▷ **The Velocity.** The S-wave velocity V_s is considerably lower than the P-wave velocity V_p . In consolidated layers the V_p/V_s -ratio is about 2, whereas in near-surface zones it can rise to over 8. From this it is obvious that all processes are influenced in which the velocity is of importance, for instance in the calculation of:

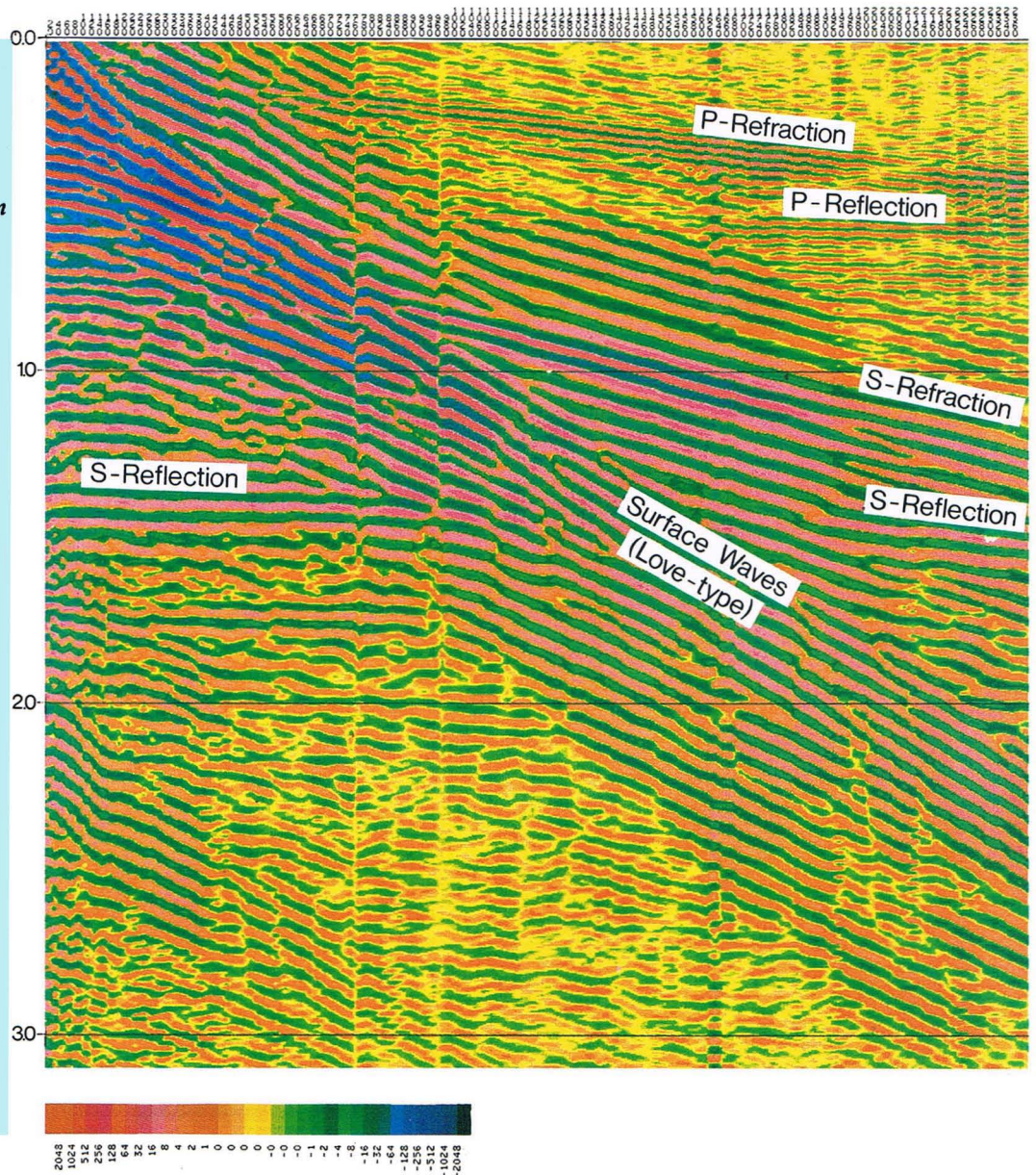
- static corrections
- dynamic corrections
- stacking velocities

The occurrence of super-critical reflections within the geophone spread is favoured by the substantial velocity jumps, especially in the near-surface layers.

*) Beratender Geophysiker, ehemals PRAKLA-SEISMOS GMBH
Consultant geophysicist, formerly PRAKLA-SEISMOS GMBH

Fig. 1
120spuriges S-Wellenseismogramm
Quelle: Scherwellenvibrator
Empfänger: horizontal orientierte
Geophone (y-Richtung)
Vertikale Stapelung: 8fach
Geophongruppenabstand: 5 m
Die Farbskala gibt eine Dynamik
von 84 dB wieder

120-trace S-wave seismogram
Source: Shear-wave vibrator
Receivers: horizontally orientated
geophones (y-direction)
Vertical stacking: 8-fold
Geophone group interval: 5 m
The colour scale represents
a dynamic range of 84 dB



über 8 ansteigen. Klar ist somit, daß all jene Prozesse beeinflusst werden, bei denen die Geschwindigkeit eine Rolle spielt, wie bei der Ermittlung von:

- statischen Korrekturen
- dynamischen Korrekturen
- Stapelgeschwindigkeiten

Das Auftreten überkritischer Reflexionen innerhalb der Geophonauslage wird durch die erheblichen Geschwindigkeits-sprünge, besonders in oberflächennahen Bereichen, begünstigt.

▷ **Das Signal/Noise-Verhältnis.** Hauptsächlich zwei Ursachen bewirken eine Änderung des Signal/Noise-Verhältnisses gegenüber dem der P-Wellen-Domäne: zum einen die bei der SH-Wellenerzeugung unfreiwillig miterzeugten Oberflächenwellen vom Love-Typ, und zum anderen der simple Umstand, daß mit Einführung der Scherwelle ein zusätzlicher Wellentypus seinen Platz im überfüllten Seismogramm beansprucht und damit zwangsläufig alle übrigen Signale, auch bisher nützliche, zu Störsignalen deklariert, die es auszulöschen gilt (s. Fig. 1). Vor allem folgende Prozesse dienen diesem Zweck:

- Frequenzfilterung
- Dekonvolution
- Mehrspurfilterung

▷ **The Signal/Noise-Ratio.** There are two main causes which effect a change of the signal/noise-ratio as compared to that of the P-wave domain: first the Love-type surface waves produced unavoidably during SH-wave generation and secondly the simple fact that the introduction of the shear wave means that an additional wave type claims its place in the overfilled seismogram. Consequently, all the other signals, including the previous useful ones, are declared as noise and must be attenuated (see Fig. 1). Above all, the following processes serve this purpose:

- frequency filtering
- deconvolution
- multichannel filtering

▷ **The Occurrence of Converted Waves.** This phenomenon too has a velocity aspect: part of the ray path is covered with P-wave velocity, the other with S-wave velocity. This of course means that special problems arise in the processing of converted waves.

▷ **Further Processes.**

▷ **Das Auftreten von Wechselwellen.** Auch dieses Phänomen hat einen Geschwindigkeits-Aspekt: Ein Teil des Strahlenwegs wird mit P-, der andere mit S-Wellen-Geschwindigkeit zurückgelegt. Daß die Bearbeitung von Wechselwellen besondere Probleme schafft, versteht sich aus der Natur der Sache.

▷ **Weiterführende Prozesse**

Faktor: Geschwindigkeit

Über die S-Wellen-Geschwindigkeit V_s haben wir im Aufsatz 'Die Grundlagen' (REPORT 1+2/83) ausführlich berichtet. In Verbindung mit der P-Wellen-Geschwindigkeit, genauer mit Hilfe des vieldiskutierten Verhältnisses V_p/V_s , gelangten wir zu wichtigen lithologischen Aussagen. Nun gilt es, das Thema 'Geschwindigkeit' etwas zu vertiefen. Denn um das V_p/V_s -Verhältnis zu ermitteln, haben wir zunächst V_s zu bestimmen und eine S-Wellen-Sektion zu erstellen, was im Klartext heißt: vorab sind die dynamischen Korrekturen durchzuführen, die Stapelgeschwindigkeiten zu ermitteln und statische Korrekturen anzubringen, wobei in allen Fällen Geschwindigkeitsüberlegungen eine entscheidende Rolle spielen.

Dynamische Korrekturen

Infolge der niedrigen Geschwindigkeiten weisen S-Wellen-Reflexionen erheblich größere Normal-Moveout-Zeiten (NMOs) auf als P-Wellen-Reflexionen und benötigen für den Stapelvorgang entsprechend große dynamische Korrekturen. Nicht uninteressant scheint es, sich das NMO-Verhalten von P- und S-Wellen-Ereignissen rechnerisch und graphisch vor Augen zu führen. Bekanntlich gilt für die NMO-Zeit Δt :

$$(1) \quad \Delta t = \frac{X^2}{2t_0 \cdot V^2} \quad (\text{für Horizonttiefen } \gg X)$$

Legen wir ein V_p/V_s -Verhältnis von 2 zugrunde ($V_p = 2V_s$), was für größere Lotzeiten t_0 realistisch ist und halten den Abstand X zwischen Quelle und Geophonort konstant, dann gilt:

a) für eine S- und eine P-Welle, reflektiert am gleichen Horizont:

$$(2) \quad \Delta t_s = 2 \Delta t_p \quad (\text{s. Fig. 2a})$$

b) für eine S- und P-Welle mit gleichen Laufzeiten ($t_{os} = t_{op}$), was zwangsläufig Reflexionen an unterschiedlichen Horizonten charakterisiert:

$$(3) \quad \Delta t_s = 4 \Delta t_p \quad (\text{s. Fig. 2b})$$

Das Diagramm in Figur 3 zeigt den Zusammenhang zwischen den Zweiweglaufzeiten t_0 und den Normal-Moveout-Zeiten Δt für verschiedene Geschwindigkeiten bei konstantem Abstand X . Auch hier läßt sich der in Figur 2 gezeigte Sachverhalt herauslesen. (Die Figur 15 in REPORT 3+4/83 demonstriert das NMO-Verhalten von P- und S-Wellen in anschaulicher Weise.)

Stapelgeschwindigkeiten

In Figur 4 sind die NMO-Zeiten bei konstantem Sender-Empfängerabstand (350 m) in Abhängigkeit von der Stapelgeschwindigkeit für verschiedene t_0 -Zeiten aufgetragen. Im Bereich der langsamen Geschwindigkeit, und damit im Scherwellenbereich, verlaufen die Kurven sehr steil, woraus folgt, daß bereits kleine Geschwindigkeitsänderungen zu großen Änderungen der NMO-Zeiten führen. In der Praxis empfiehlt es sich, für einen ersten Geschwindigkeitsansatz Stapeltests

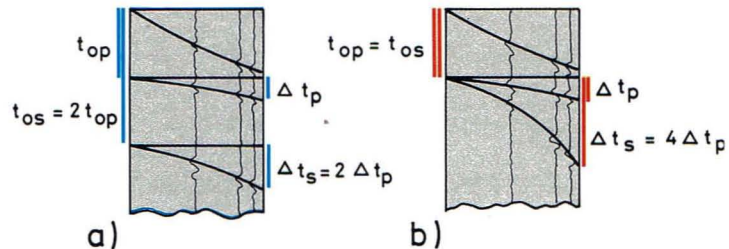


Fig. 2

P- und S-Wellenreflexionen im Seismogramm

2a) *Zwei-Weg-Laufzeiten (t_0) und NMO-Zeiten (Δt) einer P- und S-Wellenreflexion am selben Horizont bei $V_p = 2V_s$*

2b) *Zwei-Weg-Laufzeiten und NMO-Zeiten von P- und S-Wellenreflexionen an unterschiedlichen Horizonten bei $t_{op} = t_{os}$ und $V_p = 2V_s$*

P- and S-wave reflections in a seismogram

2a) *Two-way traveltimes (t_0) and NMO-times (Δt) of a P- and S-wave reflection from the same horizon, where $V_p = 2V_s$*

2b) *Two-way traveltimes and NMO-times of a P- and S-wave reflection from different horizons, where $t_{op} = t_{os}$ and $V_p = 2V_s$*

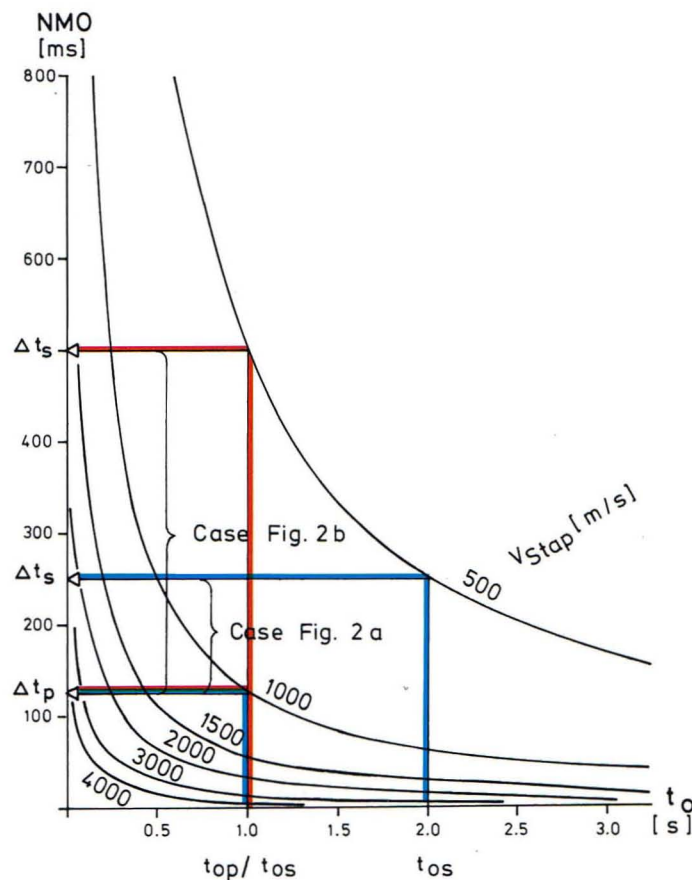


Fig. 3

NMO-Zeiten in Abhängigkeit von t_0 -Zeiten für verschiedene Geschwindigkeiten bei konstantem Sender-Empfängerabstand von 500 m. Die in Fig. 2 dargestellten Modifikationen sind der Graphik zu entnehmen.

NMO-times plotted against t_0 -times for different velocities with constant source-receiver distance of 500 m. The cases shown in Fig. 2 can be easily recognized in the graph.

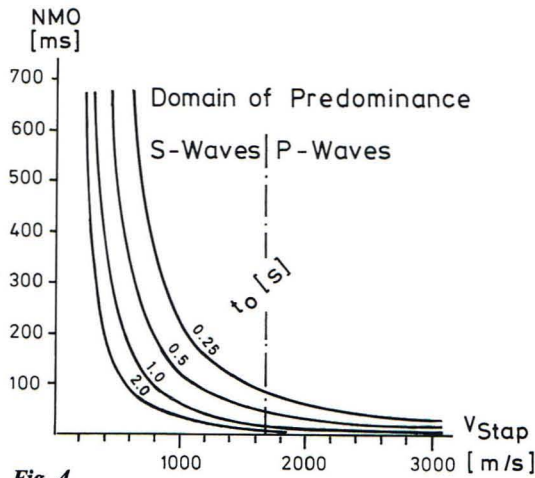


Fig. 4

NMO-Zeiten in Abhängigkeit von der Stapelgeschwindigkeit für verschiedene t_0 -Zeiten bei 350 m Sender-Empfängerabstand. Die strichpunktierte Linie trennt die Geschwindigkeitsbereiche von S- und P-Wellen.

NMO-times plotted against the stacking velocities for different t_0 -times with constant source-receiver distance of 350 m. The dashed line separates the domain of predominance of the two wave types.

(‘constant velocity stacks’) mit Intervallschritten bis herunter zu 25 m/s durchzuführen. Verbesserungen mit kleineren Intervallschritten auf interessierende Horizonte angewandt, sollten dann ‘interaktiv’ vorgenommen werden. Eingedenk der Tatsache, daß Änderungen von Schichtgeschwindigkeiten im Profilverlauf bei S-Wellen größere Beträge erreichen können als bei P-Wellen, sind laterale Geschwindigkeitsänderungen mit Hilfe eng gewählter Stützstellen zu erfassen. Fig. 5 zeigt eine Folge von ‘constant velocity stacks’. Wegen des deutlichen Einfallens der Horizonte weichen die ermittelten Stapelgeschwindigkeiten merklich von den tatsächlichen Durchschnittsgeschwindigkeiten ab.

Statische Korrekturen

Es wäre zu begrüßen, könnten wir die statischen Korrekturen für S-Wellen durch simples Umrechnen bereits ermittelter P-Wellen-Korrekturen erstellen. Leider ist dieser naheliegende Weg nicht gangbar, denn das V_p/V_s -Verhältnis ist sowohl in der Horizontalen als auch in der Vertikalen starken Schwankungen unterworfen. Und noch etwas Entscheidendes kommt hinzu: Die Grenzen, an denen Geschwindigkeitsänderungen stattfinden, müssen für P- und S-Wellen keineswegs identisch sein, besonders nicht die für die Korrekturmittlung so wichtige Grenze der ‘Verwitterungsschicht’.

Factor: Velocity

The S-wave velocity was discussed in detail in the article ‘The Fundamentals’ (REPORT 1 + 2/83). Together with the P-wave velocity, or more precisely using the often quoted V_p/V_s -ratio, important lithological statements were arrived at. Now the topic of ‘velocity’ is presented in more depth. For in order to calculate the V_p/V_s -ratio, V_s has to be determined in the first place and an S-wave section must be made available, which in straightforward terms means: calculating the dynamic corrections, computing the stacking velocities and applying the static corrections, where in all cases velocity considerations are very important.

Dynamic Corrections

As a result of the lower velocities, S-wave reflections exhibit considerably larger normal moveout times (NMOs) than P-wave reflections and require correspondingly larger dynamic corrections for the stacking procedure. It is quite interesting to demonstrate mathematically and graphically the NMO behaviour of P and S-wave events. As is generally known the following is true for the NMO-time Δt :

$$(1) \quad \Delta t = \frac{X^2}{2t_0 \cdot V^2} \quad (\text{for horizon depth } \gg X)$$

Assuming a V_p/V_s -ratio of 2 ($V_p = 2 V_s$), which is realistic for large reflection times, and keeping the interval X between the source and geophone position constant, then

a) for an S and a P-wave reflected from the same horizon:

$$(2) \quad \Delta t_s = 2 \Delta t_p \quad (\text{see Fig. 2a})$$

b) for an S and a P-wave with the same traveltime ($t_{os} = t_{op}$), which inevitably means reflections from different horizons:

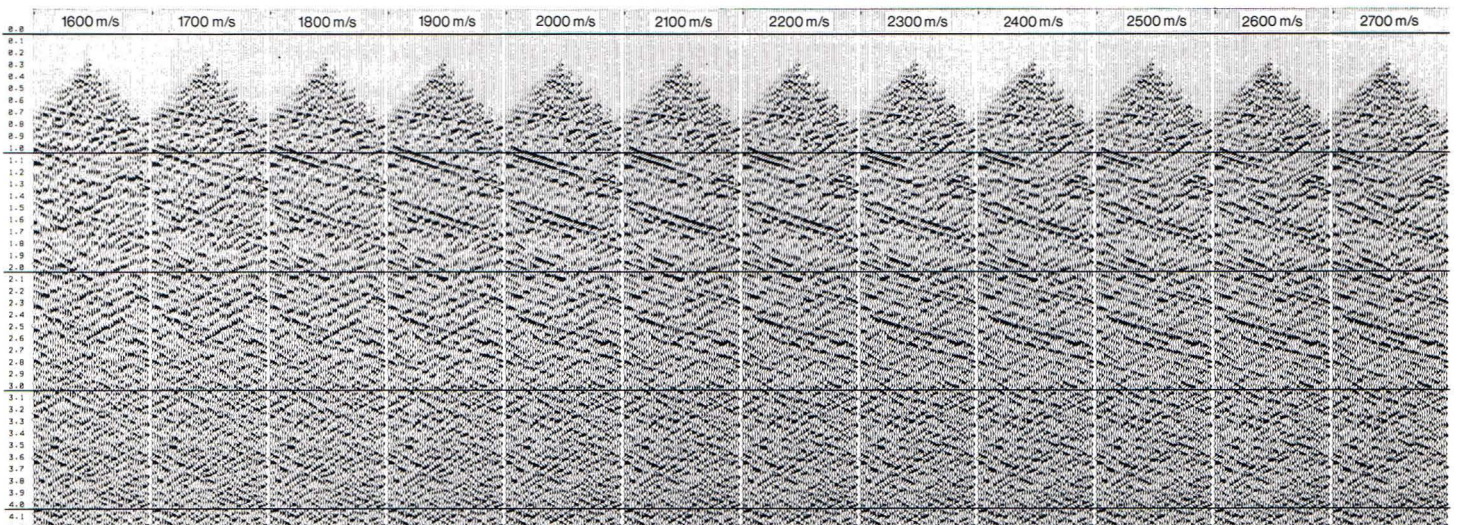
$$(3) \quad \Delta t_s = 4 \Delta t_p \quad (\text{see Fig. 2b})$$

The diagram in Figure 3 shows the relationship between the two-way traveltimes t_0 and the normal-moveout-times Δt for

Fig. 5

Constant-Velocity-Stack. Ein Scherwellenseismogramm wurde mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten gestapelt. Wegen des deutlichen Horizontaleinfallens weichen die optimalen Stapelgeschwindigkeiten erheblich von den tatsächlichen Durchschnittsgeschwindigkeiten ab.

Constant Velocity Stack. An S-wave seismogram stacked with different velocities. Owing to the distinct dips the optimum stacking velocities differ considerably from the actual rms-velocities.



Zwei Merkmale bestimmen im wesentlichen die Ermittlung und die Beträge der S-Wellen-Korrekturen:

1. **Die extrem niedrigen S-Wellen-Geschwindigkeiten im oberflächennahen Bereich.** Da sie um den Faktor 3 bis 8 kleiner sind als die P-Wellen-Geschwindigkeiten, erhöhen sich die Korrekturwerte um eben diese Faktoren.
2. **Die Tatsache, daß Porenfüllungen die S-Wellen-Geschwindigkeiten kaum beeinflussen.** Die Konsequenz dieser Tatsache ist bedeutsam. Während in Lockersedimenten der Grundwasserspiegel für P-Wellen einen klassischen Refraktor abgibt, der den Bereich ungesättigter von gesättigten Porenräumen trennt, was mit einer erheblichen Geschwindigkeitszunahme einhergeht (z. B. von 600 m/s auf 1800 m/s), stellt der Grundwasserspiegel für die S-Welle keinen wesentlichen Impedanzsprung dar. Während also die Porenfüllung eines Gesteins mit Grundwasser die P-Wellen-Geschwindigkeit schlagartig erhöht und auch vereinheitlicht, hängt V_s mit großer Ausschließlichkeit von den lithologischen Eigenschaften des Gesteins ab, wie Zementation, Kompaktion, Gefüge der Gesteinsmatrix usw. (1). Ein konsolidiertes Niveau im Sinne einer genügend hohen und lateral wenig veränderten Geschwindigkeit wird für S-Wellen in der Regel erst unterhalb des Grundwasserhorizontes erreicht (s. Fig. 6).

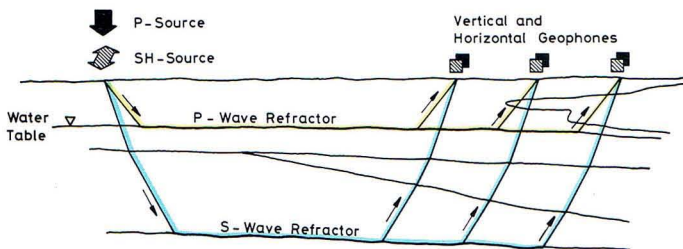


Fig. 6

Im oberflächennahen Bereich wählen die P- und S-Wellen in der Regel unterschiedliche Refraktoren, wobei für die P-Welle der Grundwasserspiegel die entscheidende Rolle spielt.

Near the surface P- and S-waves generally follow different refractors. For P-waves the ground-water table is of major importance.

Weil ein solches Niveau für S-Wellen sehr tief liegt und Inhomogenitäten innerhalb der mächtigen, wenig verfestigten Schicht überaus wirksam werden können, erreichen die absoluten Korrekturbeträge, aber auch die Korrekturdifferenzen von Spur zu Spur, erstaunliche Beträge. In Figur 7 haben wir die Einweg-Geophon-Korrekturen t_{gd} für S- und P-Wellen des gleichen Profilstücks und bezogen auf das gleiche Bezugsniveau einander gegenübergestellt. Die Korrekturen für S-Wellen übertreffen die P-Wellen-Korrekturen etwa um den Faktor 6. Die Korrekturdifferenzen von Spur zu Spur innerhalb der t_{gd} -Kurve für S-Wellen erreichen bis zu 7 ms bei einem Spurbestand von nur 5 m und übertreffen die Sprünge in der t_{gd} -Kurve für P-Wellen ganz erheblich. Dabei handelt es sich um einen Fall mit relativ homogenen Oberflächenverhältnissen. In anderen Gebieten und bei größeren Spurbständen wurden laterale Korrekturdifferenzen von 35 bis 50 ms gemessen, (3) und (4). Diese beachtlichen Beträge erschweren alle Prozesse, die mit Zeitdifferenzen zwischen Nachbarspuren operieren oder, wie bei automatischen statischen Restkorrekturen, Zeitdifferenzen zu einer aus der Sektion ermittelten Referenzspur bestimmen. Natürlich wäre dieses Dilemma durch drastische Reduzierung des Spurbstandes lösbar. Aber selbst Spurbstände von 5 m

different velocities with constant interval X. The situation shown in Figure 2 can also be seen here. (Figure 15 in REPORT 3 + 4/83 vividly demonstrated the NMO behaviour of P and S-waves.)

Stacking Velocities

In Figure 4 the NMO-times are plotted with a constant source-receiver interval (350 m) as a function of the stacking velocity for different t_0 -times. In the low-velocity region, and therefore in the shear-wave domain, the curves are very steep, which shows that even small velocity variations lead to large variations of the NMO-times. In practice it is useful to prepare constant-velocity stacks with interval steps down to 25 m/s. Improvements using smaller interval steps aimed at interesting horizons can then be carried out 'interactively'. Bearing in mind that changes of layer velocities along the section can be larger for S-waves than for P-waves, the lateral velocity changes could be observed at closely spaced check points. Figure 5 shows a sequence of 'constant-velocity stacks'. The calculated stacking velocities deviate noticeably from the actual average velocities as a result of the distinct dip of the horizons.

Static Corrections

It would simplify matters if we could find the S-wave corrections by applying a simple conversion to the static corrections for P-waves. Unfortunately this is not practicable as the V_p/V_s -ratio is subject to large variations in the horizontal as well as in the vertical. Another decisive factor is that the boundaries at which velocity changes take place need by no means be identical for P and S-waves; this is especially true of the boundaries of the 'weathered layer', which are used as a reference for the correction determination.

Two features essentially determine the calculation and the amounts of the S-wave corrections:

1. **The extremely low S-wave velocities in the near-surface layers.** As they are smaller than the P-wave velocities by a factor of 3 to 8, the correction values are increased accordingly.
2. **The fact that pore filling scarcely influences the S-wave velocities.** The consequence of this fact is significant. In unconsolidated sediments the water table produces a classic refractor for P-waves and separates the unsaturated from the saturated zone. This is associated with a considerable velocity increase (e.g. from 600 m/s to 1800 m/s), whereas the water table does not exhibit an essential change of impedance for the S-waves. Whilst, therefore, the pore filling of a rock with water abruptly increases and standardizes the P-wave velocity, V_s depends solely on the lithological characteristics of the rock, such as cementation, compaction, structure of the rock matrix etc. (1). A consolidated level, i. e. where a sufficiently high and laterally stable velocity exists, is for S-waves generally reached only below the ground water horizon (see Fig. 6).

As this level lies very deep for S-waves and as inhomogeneities within this thick and unconsolidated layer can cause remarkable effects, the absolute correction amounts, and also the correction differences from trace to trace, reach large values. In Figure 7 the one-way geophone corrections t_{gd} for S and P-waves are set against one another for the same part of a section and are referred to the same datum level. The S-wave corrections exceed the P-wave corrections by a factor of approximately 6. The correction differences from trace to trace within the t_{gd} -curve for S-waves are as much as 7 ms

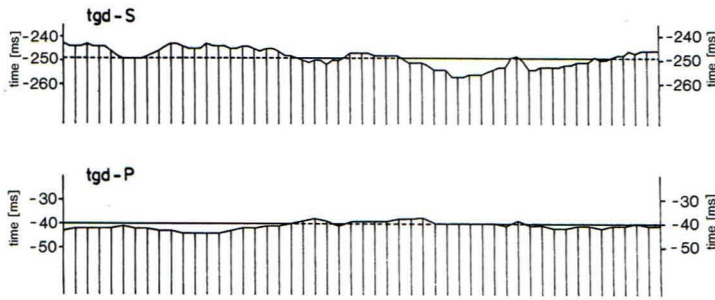


Fig. 7

Statische Korrekturen für P- und S-Wellen längs eines seismischen Profils. Es handelt sich um Einweg-Zeiten (Geophon – Bezugsniveau; tgd-Zeiten). Die jeweiligen Mittelwerte sind als horizontale Linien dargestellt.

Static corrections for P- and S-waves along a seismic line. The one-way traveltimes refer to the distance geophone – datum level (tgd-times). The horizontal lines represent the average values.

wie in unserem Beispiel sind aus ökonomischen Gründen nur in Ausnahmefällen anwendbar.

Welche Methoden zur Bestimmung statischer Korrekturen für S-Wellen bieten sich an?

Zum einen die bewährten Praktiken der (P-Wellen-)Seismik: Aufzeitmessungen und Nahlinien unter Benützung einer SH-Wellenquelle sowie Auswertung der Ersteinsätze bei Reflexionsmessungen. Besonders zwei Schwierigkeiten haben wir bei der Auswertung von S-Wellen-Refraktionseinsätzen zu bewältigen:

- Das Picken von S-Wellen-Ersteinsätzen kann durch die (zeitlich früheren) P-Wellen-Einsätze erschwert werden.
- Die eher graduelle Zunahme der Geschwindigkeit mit vergleichsweise bescheidenen Geschwindigkeitssprüngen macht die Wahl des geeigneten 'Korrekturrefraktors' mitunter problematisch.

Alle Schritte, wie Eliminierung unsicherer Ersteinsätze, Erfassung lateraler Änderungen der Refraktorgeschwindigkeit, Bestimmung der Interceptzeiten und der Hangendgeschwindigkeiten, erfordern eine deutlich höhere Genauigkeit und damit einen größeren Zeitaufwand. Beim Durchspielen verschiedener Parameter bis zur Erzielung optimaler Ergebnisse ist die sensible Wechselwirkung zwischen statischen und dynamischen Korrekturen stets im Auge zu behalten.

Um den Weg über die Bestimmung der oberflächennahen Geschwindigkeiten aus separaten Messungen wie Nahlinien oder aus Ersteinsatzauswertung zu umgehen, wurden Methoden entwickelt, statische Korrekturen aus Dispersionsanalysen von Oberflächenwellen zu bestimmen. Daß dies prinzipiell möglich ist, wurde für einfache Zwei-Schicht-Fälle gezeigt (5). In Gebieten komplizierter Oberflächengeologie ist diese Methode wegen zu geringer Auflösung jedoch nicht brauchbar.

Wechselwirkung zwischen 'Statik' und 'Dynamik'

Die Wichtigkeit der exakt ermittelten Stapelgeschwindigkeit V_s beruht nicht allein auf deren Qualität als Voraussetzung für eine korrekte Stapelung. Bekanntlich lassen sich aus den Stapelgeschwindigkeiten die Durchschnitts- und Intervallgeschwindigkeiten der zu untersuchenden Schichten bestimmen.

Bei der Ermittlung der Stapelgeschwindigkeiten spielen neben den dynamischen auch die statischen Korrekturen eine

for a trace interval of 5 m and considerably exceed the differences in the tgd-curve for P-waves. In this example the surface conditions are relatively homogeneous. However, in other areas and with larger trace intervals lateral correction differences of 35 to 50 ms have been measured, (3) and (4). These considerable amounts make all those processes more difficult which are based on time differences between adjacent traces or, as in automatic static residual corrections, which determine time differences to a reference trace obtained from the section. The dilemma can of course be eased by a drastic reduction of the trace interval, but even trace intervals of 5 m, as in our example, can for economic reasons be applied only exceptionally.

What methods are available for determining static corrections for S-waves?

One possibility is to use the established practices of (P-wave) seismics: uphole surveys and short-refraction surveys using a SH-wave source as well as interpretation of first arrivals in reflection surveys. We have to overcome two particular difficulties when interpreting S-wave refraction arrivals:

- the picking of S-wave first arrivals is made difficult by the (earlier) weak P-wave arrivals,
- the increase of velocity occurring in comparatively moderate jumps makes the choice of an appropriate 'correction refractor' problematic.

All steps, such as eliminating uncertain first arrivals, determining lateral refractor velocity variations, calculating the intercept times and the overlying layer velocities, require more sophistication, and therefore more time. When applying different parameters to find the most favourable results, the interaction between static and dynamic corrections should always be watched carefully.

Uphole surveys have not become common practice for S-wave surveys for two reasons: the generation of S-waves downhole is not so simple, and rather deep holes have to be drilled in order to reach the consolidated layer.

In order to dispense with calculating the near-surface velocities from separate surveys, such as short-refraction lines or from first-arrival interpretation, methods have been developed to determine static corrections from dispersion analyses of surface waves. It has been shown that this is possible only for simple two-layer cases (5). In areas of complicated surface geology this method, however, cannot be applied.

Interaction between 'Statics' and 'Dynamics'

The importance of the precisely determined shear-wave velocity V_s is founded not solely on its quality as a prerequisite for a correct stack. As is well known the average velocities and interval velocities of the layer to be investigated can be determined from the stacking velocities.

In the calculation of the stacking velocities the static as well as the dynamic corrections play a part. For if the dynamic corrections are applied after the static, then the stacking velocities are changed. This is because the static corrections alter the reflection times t_0 of the rays reflecting back on themselves (zero-offset time), whereas the NMO-times Δt at distance X are altered only a little or not at all. Rearranging the approximation formula for the NMO-time (1):

$$(4) \quad V \approx X \cdot \sqrt{\frac{1}{2 t_0 \cdot \Delta t}}$$

It becomes clear that the velocity V must vary with varying t_0 for constant Δt and X . Now assuming the same static correc-

Rolle. Erfolgen nämlich die dynamischen Korrekturen nach den statischen, dann kommt es zu einer Veränderung der Stapelgeschwindigkeiten. Aus folgendem Grund: Die statischen Korrekturen verändern die Reflexionslaufzeit t_0 der in sich selbst reflektierten Strahlen (zero-offset-Zeit), während die NMO-Zeit Δt beim Abstand X wenig oder auch gar nicht verändert wird. Lösen wir die Näherungsformel für die NMO-Zeit (1) nach der Geschwindigkeit auf:

$$(4) \quad v \approx X \cdot \sqrt{\frac{1}{2 t_0 \cdot \Delta t}}$$

dann leuchtet ein, daß sich die Geschwindigkeit V bei Änderung von t_0 und konstantem Δt und X ebenfalls ändern muß. Setzen wir für alle Strahlen der verschiedenen Offsets, die einen konkreten Untergrundpunkt abtasten, die gleiche statische Korrektur $t_k (= t_{gd} + t_{sd})$ voraus, so ist das Verhältnis:

$$(5) \quad \frac{\text{Stapelgeschwindigkeit bei dynamischen vor statischen Korrekturen}}{\text{Stapelgeschwindigkeit bei dynamischen nach statischen Korrekturen}} = \frac{X \sqrt{\frac{1}{2 t_0 \cdot \Delta t}}}{X \sqrt{\frac{1}{2 (t_0 - t_k) \cdot \Delta t}}} = \sqrt{1 - \frac{t_k}{t_0}}$$

bei $0 \leq \frac{t_k}{t_0} < 1$

Das Verhältnis der beiden Stapelgeschwindigkeiten ist um so größer, je größer die statische Korrektur t_k gegenüber der Laufzeit t_0 ist. Gehen wir von der Erfahrung aus, daß $t_{os}/t_{op} \approx 2$ und t_{ks}/t_{kp} vielfach erheblich größer als 2 ist, wird der Quotient t_{ks}/t_{os} stets größer als t_{kp}/t_{op} sein.

Wenn also starke laterale Änderungen der statischen Korrekturen vorliegen, empfiehlt es sich, die Reihenfolge der Bearbeitungsschritte zu ändern.

Überkritische Reflexionen

Da die Geschwindigkeitskontraste in Gesteinskomplexen für S-Wellen größer sein können als für P-Wellen, kann es besonders für Horizonte in geringer Tiefe entsprechend häufiger dazu kommen, daß die kritische Entfernung – also jene Distanz, von wo ab sich eine Reflexion in eine überkritische Reflexion und eine Refraktion aufspaltet – in die Geophonauslage fällt (s. Fig. 15 in 'Datenerfassung', REPORT 3+4/83). Der 'kritische' Reflexionswinkel $\varphi_c (= \text{Winkel der Totalreflexion})$ geht aus folgender Beziehung hervor:

$$(6) \quad \sin \varphi_c = \frac{V_1}{V_2},$$

wobei V_1 und V_2 die Geschwindigkeiten oberhalb und unterhalb der Grenzfläche darstellen. Je größer der Geschwindigkeitskontrast, desto kleiner der kritische Winkel und desto geringer die kritische Entfernung.

Figur 8 stellt einen Seismogrammausschnitt mit SH-Wellen-Reflexionssignalen von der Grenze Tertiär/Karbon dar. Bei etwa 200 m Distanz zum Sendeort und kurz vor Erreichung der kritischen Entfernung tritt ein Phasensprung von 180° auf (Brewsterscher Winkel), der im überkritischen Bereich wieder rückläufig ist. An der Stelle des Phasensprungs geht die Amplitude der SH-Reflexion auf Null zurück, steigt dann aber rasch auf den Maximalwert mit Reflexionskoeffizient 1 an (6) und (7).

Man könnte die überkritischen Reflexionen beim Stapeln faden. Andererseits ist ihre Einbeziehung wegen ihrer starken Amplituden besonders dann verlockend, wenn es sich um Reflexionen handelt, die im Steilwinkelbereich, bedingt

tion $t_k (= t_{gd} + t_{sd})$ for all rays of different offsets which explore one fixed subsurface point, the following relationship is obtained:

$$(5) \quad \frac{\text{stacking velocity applying dynamic before static corrections}}{\text{stacking velocity applying dynamic after static corrections}} = \frac{X \sqrt{\frac{1}{2 t_0 \cdot \Delta t}}}{X \sqrt{\frac{1}{2 (t_0 - t_k) \cdot \Delta t}}} = \sqrt{1 - \frac{t_k}{t_0}}$$

where $0 \leq \frac{t_k}{t_0} < 1$

The larger the static correction t_k relative to the traveltime t_0 , the larger the ratio between the stacking velocities. From experience, we know that $t_{os}/t_{op} \approx 2$ and t_{ks}/t_{kp} is often much greater than 2, thus the ratio t_{ks}/t_{os} will always be larger than t_{kp}/t_{op} . Consequently, when strong lateral variations of static corrections exist, the processing sequence should be changed.

Super-critical Reflections

As the velocity contrasts in rock complexes can be larger for S-waves than for P-waves it is possible, and more frequent for shallow horizons, that the critical distance – i. e. the distance at which a reflection begins to split up into a super-critical reflection and a refraction – lies within the geophone spread (see Fig. 15 in 'The Data Acquisition', REPORT 3+4/83). The 'critical' reflection angle $\varphi_c (= \text{angel of total reflection})$ emerges from the following relationship:

$$(6) \quad \sin \varphi_c = \frac{V_1}{V_2},$$

where V_1 and V_2 represent the velocities above and below the interface. As the velocity contrast increases, the critical angle and thus the critical distance decrease.

Figure 8 shows a seismogram with SH-wave reflection signals from the Tertiary/Carboniferous interface. At about 200 m from the transmitter position and just before reaching the critical distance a phase shift of 180° occurs (Brewster angle), which again declines in the super-critical region. At the point of 180° phase shift the amplitudes of the SH-reflections go through zero, but then rapidly increase to the maximum value with reflection coefficients of 1 ((6) and (7)).

The super-critical reflections are usually faded during stacking. On the other hand, it is especially tempting to include

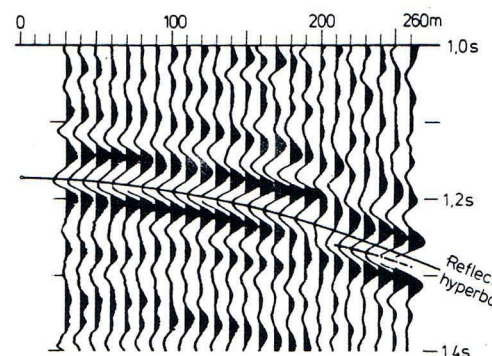


Fig. 8

SH-Wellenreflexion von der Grenzfläche Tertiär-Karbon mit Phasendrehungen (im Bereich des kritischen Winkels) und überkritischer Reflexion. (Vertikalstapelung 13fach)

SH-wave reflection from the Tertiary-Carboniferous interface showing a phase shift (near the critical angle) and the over-critical reflection. (Vertical stacking 13-fold)

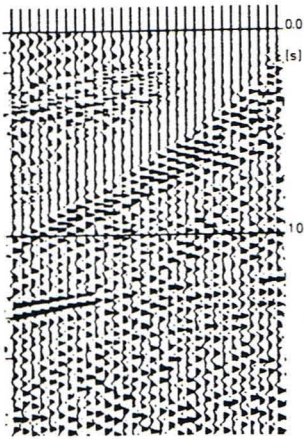


Fig. 9
S-Wellenseismogramm (SHOVER)
mit überkritischer Reflexion
von der Grenzfläche
Tertiär-Karbon.
S-wave seismogram (SHOVER)
with over-critical reflection from
the Tertiary-Carboniferous interface.

durch kleine Reflexionskoeffizienten, nur mäßig in Erscheinung treten (Fig. 9). Die erwähnte Phasenverschiebung ist dann allerdings durch geeignete Prozesse vorher wieder rückgängig zu machen (wavelet processing).

Faktor: Signal/Noise-Verhältnis

Zu einem Verhältnis gehören mindestens zwei. In unserem Fall: das S-Wellen-Signal und der auf S-Wellen bezogene 'Noise'.

Untersuchungen an Bohrungen haben gezeigt, daß die Amplitudenabnahme mit zunehmender Tiefe in verfestigtem Gestein bei Scherwellen nicht größer ist als bei Kompressionswellen (8). Eine größere Absorption allerdings tritt bei Scherwellen in unverfestigten Gesteinen auf. Bei tieferer Sondierung tritt dieser Nachteil zurück, so daß bei Scherwellen und Kompressionswellen mit vergleichbaren Nutzsignalamplituden zu rechnen ist.

Unter **Störsignalen** verstehen wir definitionsgemäß alles, was nicht 'reflektierte Scherwelle' heißt: Kompressionswellen, Oberflächenwellen, gleichgültig, ob sie auf direktem Weg oder als Reflexionen in die Auslage gelangt sind, und hat man ausschließlich horizontal polarisierte Scherwellen im Auge, dann fallen auch Wechselwellen darunter. Multiple Reflexionen zählen gleichermaßen dazu wie elektromagnetische Einstreuungen, Besiedlungsunruhe ebenso wie jede andere Form statistisch verteilter Bodenunruhe ('random noise') und nicht zuletzt Korrelationsnoise, wie er bei den VIBROSEIS-Korrelationsprozessen entsteht.

Zur Noise-Unterdrückung und damit zur Verbesserung des Signal/Noise-Verhältnisses steht uns der gleiche Katalog an Gegenmaßnahmen zur Verfügung wie für die P-Wellen-Seismik, zum einen angewandt im Feld und zum anderen durchgeführt über die Prozesse der Datenverarbeitung. Klopfen wir die wesentlichsten Schritte auf ihre Anwendbarkeit hin ab:

- **Frequenzfilterung.** Die S-Wellenfrequenzen liegen in der Regel etwas tiefer als die P-Wellenfrequenzen, unterscheiden sich somit weniger scharf von den Frequenzen der Störwellen, was ihre Filterung erschwert.
- **Wellenlängenfilterung.** Durch geeignete Pattern auf der Sende- und/oder Empfangsseite sind wir bestrebt, sie auch bei Scherwellenmessungen ins Spiel zu bringen. Aber: die Wellenlängen der Nutz- und Störsignale liegen oft nicht weit genug auseinander. Andererseits müssen wir vermeiden, die höheren Frequenzen der Nutzenergie durch größere Pattern zu beeinträchtigen, besonders dann, wenn ausgedehnte Schuß-Geophon-Distanzen oder stärker geneigte Horizonte ohnedies Verluste niederfrequenter Anteile mit sich bringen.

Bleiben uns im wesentlichen zwei Prozesse, um die genannten Defizite auszugleichen: **Dekonvolution** und **(f,k)-Filterung**. Wir wollen sie im folgenden etwas gründlicher beleuchten.

them owing to their strong amplitudes, particularly when the reflections in the steep angle region are poor as a result of small reflection coefficients (Fig. 9). The mentioned phase shift must then, however, be previously cancelled by suitable processes (wavelet processing).

Factor: Signal/Noise-Ratio

At least two quantities are necessary for a ratio. In our case: the S-wave signal and the noise referred to the S-waves.

Investigations in boreholes have shown that shear waves in consolidated rock do not suffer greater losses of amplitude than compressional waves (8). However, in unconsolidated layers the absorption is larger for S-waves. This disadvantage diminishes with increasing penetration. In this case S- and P-waves show comparable signal amplitudes.

Noise by our definition is everything that is not labelled 'reflected S-wave': compressional waves, surface waves – irrespective of whether they have reached the spread by a direct path or via reflections – and, if just horizontally polarized shear waves are of interest, converted waves too. Likewise in this category are multiple reflections and electromagnetic interference, environmental noise as well as every other form of statistically distributed ground movement ('random noise'), and not least correlation noise, as produced by VIBROSEIS correlation processes.

For noise attenuation and therefore improvement of the signal/noise-ratio the same measures are available as for P-wave seismics. They are applied in the field and fulfilled by the data processing procedures. Let us scrutinize the most important.

- **Frequency filtering.** The S-wave frequencies are generally a little lower than the P-wave frequencies and consequently differ less from the noise frequencies; this makes filtering more difficult.
- **Wavelength filtering.** This is applied by using suitable patterns on the transmitter and/or receiver side: However, the wavelengths of the signals and noise often do not lie far enough apart. On the other hand, the higher frequencies of the useful energy should not be impaired by larger patterns, especially if long shot-geophone distances or steeply dipping horizons already involve frequency losses.

Essentially two processes can be applied to compensate for the above-mentioned short-comings: **deconvolution** and **(f,k)-filtering**. These are now discussed in more detail.

Deconvolution

Shear-wave signals are either symmetrical VIBROSEIS signals (zerophase signals) or asymmetrical signals, produced by shots (threehole method). The purpose of deconvolution is to cancel the earth's filter effect on the reflection signals. Particularly the high frequencies experience transmission losses. In order to produce a reflection signal with the best possible definition, the deconvolution must restore the impaired parts of the spectrum to their original form and reproduce the output amplitudes. Here, the low frequencies observed in the shear-wave seismogram are not necessarily a disadvantage as long as the resulting deconvolved signal spans a bandwidth of one to two octaves.

The deconvolution effects not only a reproduction of the output signal, but also an attenuation of noise, such as multiples, surface waves and interspersed technical frequencies. The possibility of determining an optimum deconvolution operator increases as the noise periodicity becomes more distinct; this is especially true for interspersed technical fre-

Dekonvolution

Bei den Scherwellensignalen handelt es sich entweder um symmetrische VIBROSEIS-Signale (zero-phase-Signale) oder um asymmetrische Signale, angeregt durch Schüsse (Drei-Loch-Verfahren) oder andere Impulsquellen (Wechselhammer). Die Dekonvolution hat zur Aufgabe, die Filterwirkung der vom Reflexionssignal durchlaufenen Erdschichten rückgängig zu machen. Besonders die hohen Frequenzen werden stärker gedämpft. Zur Erzeugung eines möglichst gut definierten Reflexionssignals hat die Dekonvolution die beeinträchtigten Spektralanteile zu ergänzen und die Ausgangsamplituden wieder herzustellen. Dabei sind im Scherwellenseismogramm zu beobachtende niedrige Frequenzen nicht grundsätzlich von Nachteil, solange nur das resultierende dekonvolvierte Signal eine Bandbreite von ein bis zwei Oktaven umspannt.

Die Dekonvolution bewirkt nicht nur eine Wiederherstellung des Ausgangssignals, sondern auch eine Unterdrückung von Störsignalen wie Multiplen, Oberflächenwellen und eingestreute technische Frequenzen. Je ausgeprägter die Periodizität eines Störsignals ist, desto eher besteht die Möglichkeit, einen optimalen Dekonvolutions-Operator zu bestimmen, ein Sachverhalt, der für eingestreute technische Frequenzen wohl immer gegeben ist. Im Gegensatz dazu zeigen dispersive Oberflächenwellen, wie sie die Love-Wellen darstellen, keine konstante Periode längs einer seismischen Spur. Die Bestimmung des Operators hat dann gezielt in jenem Zeitbereich zu erfolgen, in dem die Oberflächenwellen unterdrückt werden sollen. Da jedoch die Grundmode der Love-Welle meist im Bereich der minimalen (und über einen größeren Frequenzbereich konstanten) Gruppengeschwindigkeit die größten Amplituden aufweist, treten die Oberflächenwellen im Seismogramm sehr häufig als nahezu monofrequentes Signal in Erscheinung, was ihre Bekämpfung mittels Dekonvolution erleichtert.

Figur 10 zeigt das Anwendungsbeispiel einer VIBROSEIS-Dekonvolution, angewandt auf drei Scherwellenseismogramme.

(f,k)-Filterung

Die Schwierigkeit, die uns bei dem Versuch entgegentritt, die Love-Wellen auszuschalten, haben wir bereits bei der geschilderten Problematik einer wirksamen Wellenlängenfilterung anklingen lassen: Die Wellenlängen der Störsignale und die Scheinwellenlängen der Nutzsignale liegen in vielen Bereichen der Seismogramme sehr eng beieinander. Figur 1 zeigt, daß die Registrierung der Nutzsignale vor Eintreffen der Love-Wellen kaum möglich ist, weil die niederfrequenten Phasen der Störwellen mit ihren relativ hohen Geschwindigkeiten den Nutzsignalen zuvorkommen. Andererseits sind die hochfrequenten Signalanteile unter keinen Umständen von der Registrierung auszuschließen, da gerade sie einen wesentlichen Bestandteil der gleichzeitig eintreffenden Reflexionen darstellen.

Die Frequenzen der Nutz- und Störsignale unterscheiden sich oft nur wenig voneinander, was in gleicher Weise für die (Schein-)Wellenlängen gilt. Demzufolge können auch die Produkte aus Frequenz (f) und (Schein-)Wellenlänge $\lambda_{(s)}$ nicht wesentlich voneinander abweichen. Diese Produkte $f \cdot \lambda_{(s)}$ und $f \cdot \lambda$ stellen aber nichts anderes dar als die (Schein-)Wellengeschwindigkeiten der Nutz- und Störwellenzüge. Ihre Trennung mit Hilfe unterschiedlicher Geschwindigkeiten stößt somit auf Schwierigkeiten. In dieser mißlichen Lage kommt uns die Dispersion der Love-Welle zustatten, die bewirkt, daß die Geschwindigkeitsdifferenzen an bestimmten Stellen des Seismogramms durchaus groß genug sind, um mittels Geschwindigkeitsfilterung ((f,k)-Filterung) das Seismogramm weitgehend von Love-Wellen zu säubern.

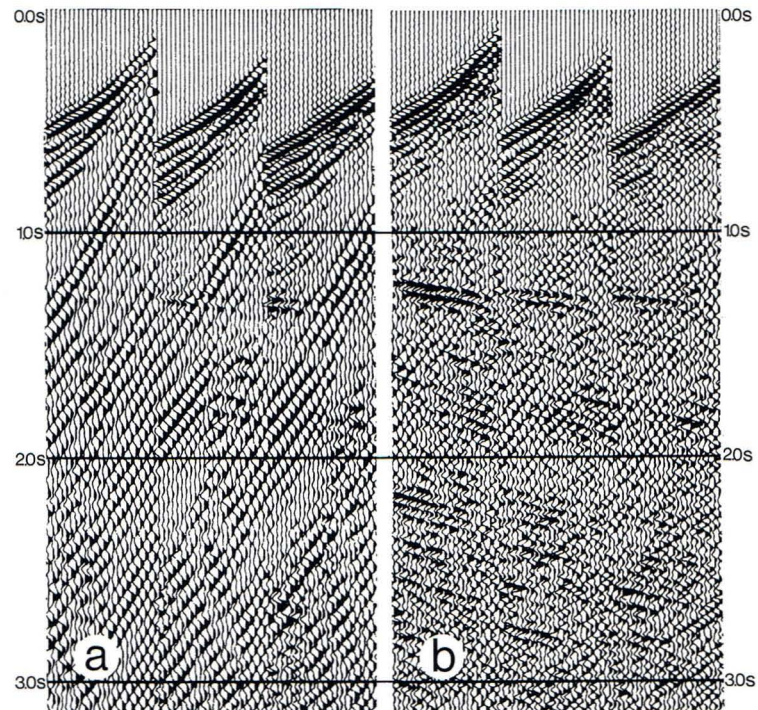


Fig. 10

Folge von drei S-Wellenseismogrammen, erzeugt mit einem S-Wellenvibrator, vor (a) und nach (b) der Dekonvolution.

Sequence of three S-wave seismograms generated by an S-wave vibrator, before (a) and after (b) deconvolution.

frequencies. Conversely, dispersive surface waves, such as Love waves, show no constant period along a seismic trace. The operator must then be individually determined for every time range in which the surface waves are to be attenuated. However, because the fundamental mode of the Love wave exhibits the greatest amplitudes generally at the minimum group velocity, which is constant over a large frequency range, the surface waves show up in the seismogram very often as almost mono-frequency signals, which makes their attenuation by deconvolution easier.

Figure 10 shows an example of VIBROSEIS deconvolution applied to three shear-wave seismograms.

(f,k)-Filtering

The problem which faces us when trying to eliminate Love waves was brought up in the discussion of an effective wavelength filter: the noise wavelengths and the apparent wavelengths of the signals are very similar in many parts of the seismogram. Figure 1 shows that recording the signals before the arrival of the Love waves is just about impossible as the low frequency phase of the noise with its relatively high velocities obviates the signals. On the other hand the high frequency portions of the signal should under no circumstances be excluded from the recording as they represent a substantial part of the simultaneously arriving reflections.

The frequencies of the signals and noise often do not differ very much from one another; this is similarly true for the wavelengths (in the following $\lambda_{(a)}$ for signal, λ for noise). Consequently, the products of frequency (f) and wavelength ($\lambda_{(a)}$ and λ) also cannot differ substantially from one another. These products $f \cdot \lambda_{(a)}$ and $f \cdot \lambda$ represent nothing other than the velocities of the signal (apparent) and noise. Accordingly, it is difficult to separate them by means of different velocities. In this quandary, the dispersion of the Love waves proves to be useful in that it causes large enough velocity dif-

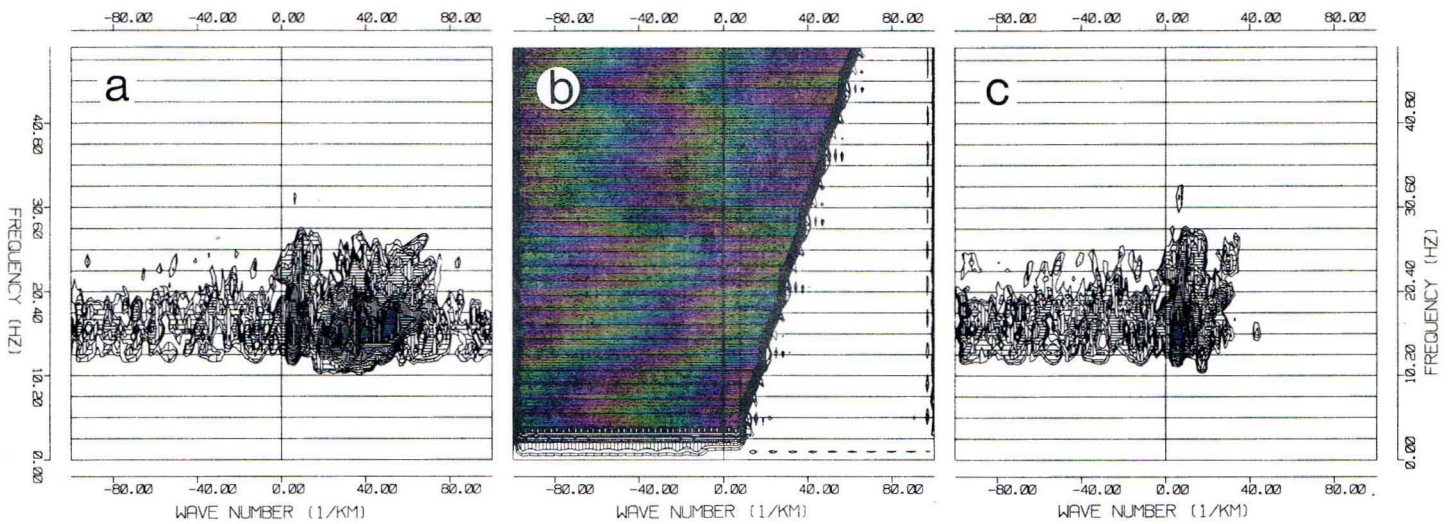


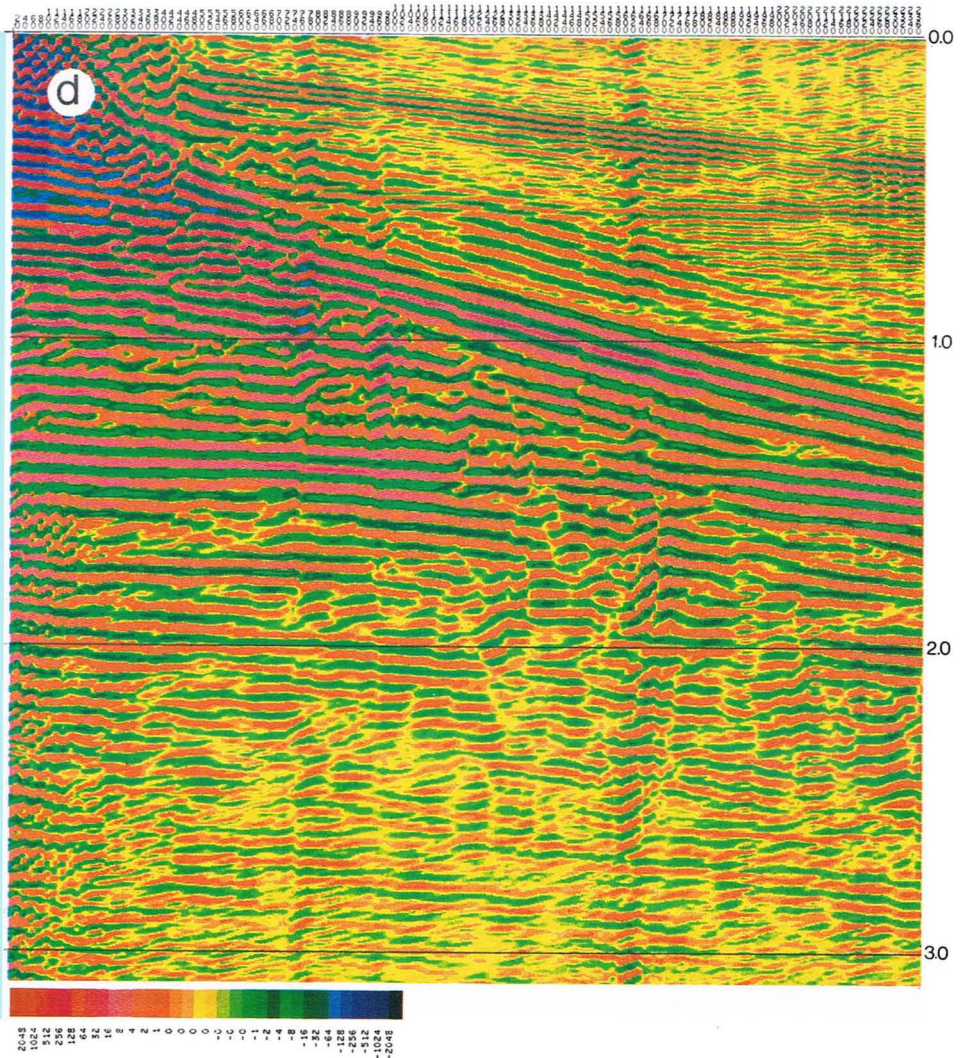
Fig. 11

Schritte der (f,k) -Filterung, angewandt auf das Seismogramm von Fig. 1.

- a) Darstellung des Frequenzinhaltes im (f,k) -Bereich vor der Filterung.
- b) Charakteristik des verwendeten Filters.
- c) Darstellung des Frequenzinhaltes im (f,k) -Bereich nach der Filterung.
- d) Das Seismogramm nach dem Filterprozess. Die Oberflächenwellen sind nun deutlich unterdrückt.

Steps of (f,k) -filtering, applied to the seismogram of Fig. 1.

- a) Presentation of the frequency content in the (f,k) -domain before filtering.
- b) Characteristics of the filter applied.
- c) Presentation of the frequency content in the (f,k) -domain after filtering.
- d) The seismogram after filtering. Now the surface waves are distinctly attenuated.



Figur 11 zeigt die Arbeitsstufen einer (f,k) -Filterung. Ausgangsmaterial ist das Seismogramm der Figur 1, das sich in der üblichen Weg-Zeit-Ebene (x,t) präsentiert. Die Transformation in die Frequenz-Wellenzahl-Ebene (f,k) zeigt Figur 11a ($k = 1/\lambda$). Hier zeichnen sich Bereiche ab, die sich Nutz- und Störsignalen zuordnen lassen. Figur 11b zeigt die Charakteristik des Filters, ebenfalls im (f,k) -Bereich, Figur 11c das (f,k) -Spektrum nach der Filterung, und schließlich Figur 11d das in den (x,t) -Bereich rücktransformierte Seismogramm. Die Love-Wellen (Fig. 1) sind nun weitgehend unterdrückt, was den Reflexionen mit Laufzeiten um 2 Sekunden freie Bahn schafft (Fig. 11d).

ferences at certain points in the seismogram so as to allow the Love waves to be extensively cleared from the seismogram by means of velocity filtering ((f,k) -filtering).

Figure 11 shows the operating steps of a (f,k) -filter. The initial material is the seismogram of Figure 1, presented in the usual distance-time-domain (x,t) . The transformation into the frequency-wavenumber domain (f,k) is shown in Figure 11a ($k = 1/\lambda$). Here, regions associated with signals and noise stand out clearly. Figure 11b shows the characteristics of the filter, likewise in the (f,k) -domain. Figure 11c illustrates the (f,k) -spectrum after filtering and finally Figure 11d the seismogram after transformation back into the (x,t) -domain. The

Fig. 12

Ein weiteres Anwendungsbeispiel der (f,k)-Filterung. Nach Unterdrückung der Störwellen treten die Reflexionen deutlich in Erscheinung.

Another example of applying the (f,k)-filter. After noise attenuation the reflections become considerably clearer.

Figur 12 zeigt ein Beispiel für die Wirkungsweise einer (f,k)-Filterung. Die (f,k)-Filterung und auch Prozesse im (p, τ)-Bereich ('ebene Wellen', 'slant stack') finden ihre Grenzen bei der Darstellung von Signalen sehr kleiner Wellenlängen. Eine Wellenlänge, die nicht wenigstens zweimal während einer Periode abgefragt wurde, kann nicht richtig dargestellt werden (Nyquist-Theorem). Die korrekte Reproduktion aller Nutzwellenlängen erfordert entsprechend kleine Geophongruppenabstände im Gelände. Eine geplante (f,k)-Filterung im Datenzentrum hat also schon bei der Meßanordnung im Gelände Berücksichtigung zu finden. In allen Fällen, in denen das räumliche Abfrageintervall für den interessierenden Frequenzbereich der Nyquist-Bedingung nicht mehr genügt, ist die Dekonvolution einer (f,k)-Filterung vorzuziehen.

Wechselwellen

Für die Datenbearbeitung von Wechselwellen hat man auf modifizierte Ansätze zurückzugreifen, für die es bereits theoretische Überlegungen gibt (9). In der Praxis dürfte es sich um 'normale' P-Wellen-Messungen handeln, bei denen zusätzlich ausgelegte Horizontalgeophone die bei der Reflexion von P-Wellen entstehenden SV-Wellen aufnehmen. Figur 13 zeigt die geometrischen Zusammenhänge. Während die abtauchende Welle mit P-Wellengeschwindigkeit läuft, kehrt die auftauchende Welle mit S-Wellengeschwindigkeit zurück. Die Moveout-Zeit entspricht demnach einer Mischgeschwindigkeit, die bei kleinen Winkeln und Neigung dem arithmetischen Mittel beider Geschwindigkeiten nahekommt. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß der Reflexionspunkt DP (= Datenpunkt) nicht in der Mitte zwischen Sender und Empfänger liegt. Die Winkel α und β gehorchen dem Gesetz:

$$(7) \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{V_p}{V_s}$$

Die Projektion des Reflexionspunktes auf die Erdoberfläche hat vom Sender S den Abstand Xp, vom Empfänger Gs den Abstand Xs; für das Verhältnis der Abstände gilt:

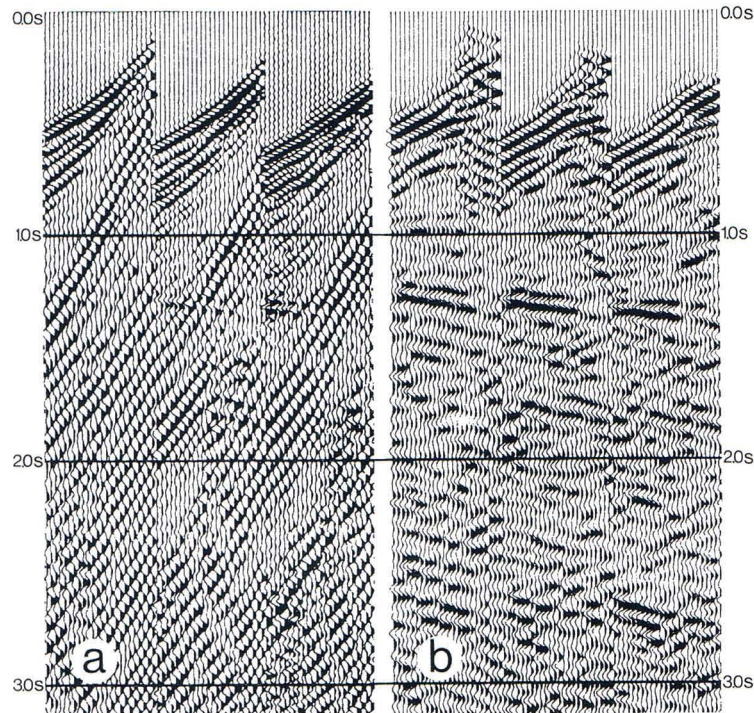
$$(8) \quad \frac{X_p}{X_s} = \frac{\tan \alpha}{\tan \beta} \approx \frac{V_p}{V_s} \quad (\text{bei kleinen Winkeln})$$

Es können aber auch SV-Wellen genutzt werden, die in Schußnähe bei der Reflexion von P-Wellen an der Erdoberfläche entstehen (10).

Weiterführende Prozesse

Unsere Überlegungen haben gezeigt, daß S-Wellenaufnahmen grundsätzlich der gleichen Behandlung unterzogen werden müssen wie P-Wellenaufnahmen. Betrachten wir Randeffekte wie Aliasing, NMO-Stretch etc., so stellen wir fest, daß größere Laufzeitdifferenzen in ihrer Wirkung durch niedrigere Frequenzen ausgeglichen werden.

Scherwellenmessungen werden vielfach in einem Explorationsstadium durchgeführt, in dem die Gesteinseigenschaften in einem wohl abgegrenzten Teufenbereich untersucht werden sollen. Beispielsweise kann es sich darum handeln, die Amplituden und Laufzeiten von Reflexionssignalen eines gasführenden Sandes sowohl im P- als auch im S-Wellenseismogramm zu analysieren. Die hier erläuterten Prozesse sind dafür bestimmt, die gewünschte Information, die in den Einzelseismogrammen beider Messungen gespeichert ist,



Love waves which stand out in Figure 1 are considerably attenuated, which makes the reflections with traveltimes of about 2 seconds particularly distinct (Fig. 11d).

Figure 12 shows an (f,k)-filter operation. This kind of filtering as well as processes in the (p,τ)-domain ('plane waves', 'slant stack') are limited in the presentation of signals with very small wavelengths. A wavelength must be sampled at least twice during one period in order to be correctly reproduced (Nyquist theorem). The correct reproduction of all the useful wavelengths demands correspondingly small geophone-group intervals in the field. Therefore, the field layout has to be carefully considered if (f,k)-filtering is to be applied. Deconvolution is preferred to (f,k)-filtering in all cases in which the spatial sampling interval does not fulfil the Nyquist condition for the frequency range of interest.

Converted Waves

For the data processing of converted waves reference must be made to modified fundamentals, for which theoretical considerations already exist (9). In practice, 'normal' P-wave surveys can be applied in which additionally laid out horizontally orientated geophones record the SV-waves that origi-

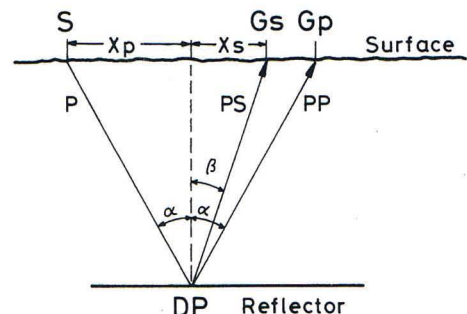


Fig. 13

Entstehung einer Wechselwelle PS. Konfiguration zwischen Quelle (S), Reflexionspunkt (DP) und Empfänger (Gs und Gp).

Generation of a PS converted wave. Configuration between source (S), data point (DP) and receivers (Gs and Gp).

im Stapelergebnis klar hervortreten zu lassen. Die korrekte Ermittlung der statischen und dynamischen Korrekturen entscheidet dabei nicht unwesentlich über Erfolg oder Mißerfolg der Bearbeitung und damit der Messung überhaupt. Detailbearbeitungen lassen sich am schnellsten im Dialog mit einem Rechner durchführen.

Wie bei der P-Wellenmessung ist auch für die S-Wellenmessung die Verknüpfung von seismischen Profilen mit den Resultaten von Bohrlochvermessungen erforderlich, und da wie dort hat der Seismiker nicht selten über lange Profilstrecken auf Zusatzinformationen zu verzichten. Die Einarbeitung von Bohrlochdaten in das Meßmaterial gewinnt besonders dann an Bedeutung, wenn bestimmte engbegrenzte Bereiche zu analysieren sind. Hierbei wird man sich in Zukunft verstärkt der Anwendung von **Korrelationsverfahren** bedienen, um Bohrloch-, VSP- und Seismogrammdaten miteinander zu verknüpfen.

Die Schichtgeschwindigkeit ist für die lithologische Interpretation eine wichtige Größe. Insbesondere liefern Geschwindigkeitsvergleiche von P- und S-Wellen und das Verfolgen von Geschwindigkeitsänderungen längs von Profilen wichtige lithologische Hinweise, in bestimmten Fällen Aussagen über Gesteinsporosität und Porenfüllung. Die Ermittlung von Intervallgeschwindigkeiten setzt voraus, daß Signale gleichen Charakters über weite Strecken korreliert werden können. Nur so wird sichergestellt, daß sich die ermittelte Geschwindigkeit auf ein und dasselbe Schichtpaket bezieht. Die Korrelationstechnik bietet die Möglichkeit, Signale einer Wellenart miteinander zu vergleichen, aber auch Signale unterschiedlicher Wellenart miteinander in Beziehung zu setzen. Techniken dieser Art erlauben uns, die bisher übliche visuelle Verfolgung von Reflexionshorizonten abzusichern und um eine mehr quantitative Komponente zu bereichern, was der Zuverlässigkeit der Korrelation und damit der Interpretation zustatten kommt. Womit das Stichwort für unsere Scherwellenfolge im nächsten REPORT gefallen ist: **Interpretation**.

LITERATUR

- (1) SCHÖN, J., 1983
Petrophysik, Physikalische Eigenschaften von Gesteinen und Mineralen, S. 123 ff., F. Enke Verlag, Stuttgart.
- (2) WIEST, B., EDELMANN, H. A. K., 1983
Static Corrections for Shear Wave Sections. 45th EAEG meeting, Oslo.
- (3) EDELMANN, H. A. K., SCHMOLL, J., 1983
Seismische Messungen mit horizontal polarisierten Scherwellen. Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, 99. Jahrgang, Heft 1, S. 23 – 32.
- (4) ANNO, Ph., 1983
Static Solutions and Event Correlations: Two Critical Aspects of Shear Wave Exploration. 53rd SEG Annual Meeting, Las Vegas.
- (5) MARI, J. L., 1981
Estimation of Static Corrections for Shear Wave Profiling using the Dispersion Properties of Love Waves. 51st SEG Annual Meeting, Los Angeles.
- (6) EDELMANN, H. A. K., HELBIG, K., SCHMOLL, J., 1982
Stacking of Supercritically Reflected/Refracted SH-Waves. 44th EAEG Meeting, Cannes.
- (7) WINTERSTEIN, D. F., HANTEN, J. B., 1983
Supercritical Reflections Observed in P- and S-Wave Seismic Data. 53rd SEG Annual Meeting, Las Vegas.
- (8) CORBIN, R. J., BELL, D. W., DANBOM, S. H., 1983
Shear and Compressional Wave Surface and Downhole Tests in Southern Louisiana. 53rd SEG Annual Meeting, Las Vegas.
- (9) FROMM, G., KREY, Th., WIEST, B., 1984
Static and Dynamic Corrections. In: Methods in Seismic Exploration, Vol. XX, Shear Waves, G. Dohr, ed., p. XX – XX, Geophysical Press, Amsterdam, in press
- (10) FERTIG, J., 1984
Shear Waves by an Explosive Point Source: The Earth Surface as a Generator of Converted P-S Waves. Geophysical Prosp., 32, p. 1 – 17.

nate at interfaces struck by P-waves. Figure 13 indicates the geometrical relationship. Whereas the descending wave travels at P-wave velocity, the ascending wave returns at S-wave velocity. The moveout time corresponds accordingly to a combined velocity which approaches the arithmetic mean of the two velocities for small angles and dip. It is worth noting that the reflection point DP (= data point) does not lie at the midpoint between source and receiver. The angles α and β have the relationship:

$$(7) \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{V_p}{V_s}$$

The projection of the reflection point onto the surface has a distance X_p from the source S and a distance X_s from the receiver Gs. These distances are related as follows:

$$(8) \quad \frac{X_p}{X_s} = \frac{\tan \alpha}{\tan \beta} \approx \frac{V_p}{V_s} \quad (\text{for small angles})$$

Likewise, SV-waves which originate when P-waves strike the surface near the shot can be used (10).

Further Processes

The various considerations have shown that S-wave recordings must be subjected to basically the same treatment as P-wave recordings. As marginal effects like aliasing, NMO-stretch etc. are involved, we realize that the effect of larger traveltimes differences is compensated by lower frequencies.

Shear-wave surveys are often carried out in an exploration phase in which the rock properties in a defined depth range are to be investigated. For instance, an analysis of the amplitudes and traveltimes of reflection signals from gas-bearing sands may be desirable both in P and S-wave seismograms. The processes explained here are intended to make the required information which is stored in the seismograms of both surveys clearly stand out in the stacked results. The correct determination of the static and dynamic corrections can mean the difference between success and failure of the processing, and therefore of the entire survey. The quickest way of executing detailed processing is via dialogue with a computer.

As in P-wave surveys, the tying of seismic sections with borehole-survey results is also necessary in S-wave surveys, and here as there the seismologist must often do without additional borehole information over great distances. The incorporation of well data in the survey material becomes particularly important when specific zones are to be analysed in detail. In this connection, more use will in the future be made of **correlation methods** in order to tie seismogram data with borehole and VSP data.

The layer velocity is an important quantity for the lithological interpretation. In particular, velocity comparisons of P and S-waves and observations of velocity variations along sections supply important lithological indications, and in certain cases allow statements to be made about rock porosity and pore filling. The calculation of interval velocities demands that signals with the same character can be correlated over large distances. This ensures that the calculated velocities relate to one and the same layer packet. The correlation technique offers the possibility not only of comparing signals of one wave type, but also of forming a relationship between signals of different wave types. Techniques of this kind make it possible to control the usual visual marking of reflection horizons and allow a more quantitative component to be established; this improves the reliability of the correction and consequently of the interpretation. Thus, the topic for our next shear-wave installment has been given: **i n t e r p r e t a t i o n**.

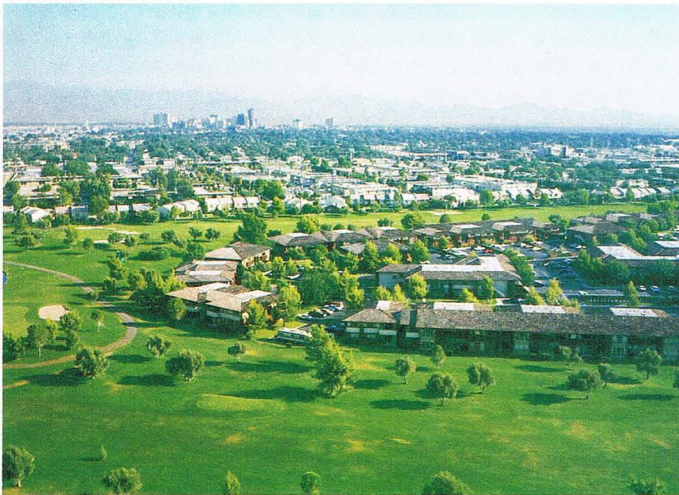
Las Vegas 1983

53. Jahrestagung der SEG

H. J. Körner

Vom 11. bis 15. September 1983 fand die SEG-Tagung in Las Vegas/Nevada statt: "a Convention Experience Beyond the Ordinary", wie die ausrichtende Denver Geophysical Society verkündete.

So machte man sich denn auf den Weg in den 'Fernen Westen' der Vereinigten Staaten zur Stadt in der Wüste. Sanddünen sucht man allerdings vergeblich. Kahle, schroffe Gebirgsketten umziehen die Stadt und ein einstmals offenbar grünes Land (las vegas ist spanisch und heißt 'die Wiesen'). In der 2. Hälfte des letzten Jahrhunderts fanden Prospektoren Silber und später auch Gold in der Umgebung, und als 1905 eine Eisenbahnhaltestelle eingerichtet wurde, an der die Lokomotiven zwischen Los Angeles und Salt Lake City Wasser tanken konnten, entwickelte sich eine kleine Stadt, die 1910 achthundert Einwohner zählte, sich aber bis 1928 wenig entwickelte.



Las Vegas. Blick über einen Golfplatz hinweg auf die großen Hotels am 'Strip'

Las Vegas. Overlooking a golf course with the big hotels on the 'strip' in the background

Dann allerdings entschied der Congreß der USA, am ca. 30 km entfernten Colorado River den Hoover Damm zu bauen. Tausende von Arbeitern lebten von 1931 bis 1935 reichlich primitiv in einer nahe der Baustelle gelegenen Siedlung. Fast unbemerkt legalisierte in dieser Zeit der Staat Nevada – oder einige pfiffige Leute im nahen Las Vegas? – das Glücksspiel. So begann das Wachstum dieser Stadt.

Die Einrichtung des Haupttrainingszentrums der US-Luftwaffe während des 2. Weltkrieges gab dieser Stadt einen weiteren Impuls. Jedoch erst nach dem Krieg begann mit dem sich von Jahr zu Jahr verstärkenden Touristenstrom das ein-

Las Vegas 1983 53rd Annual Meeting of the SEG

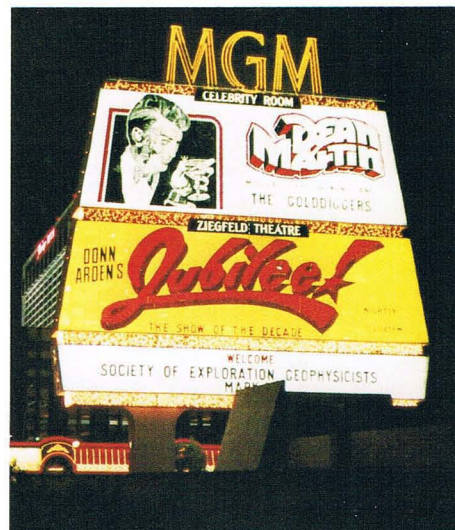
The SEG meeting in Las Vegas/Nevada took place from the 11th to 15th September 1983: "a Convention Experience Beyond the Ordinary" was the description given by the organizers, the Denver Geophysical Society.

So the road led to the far west of the States, to the town in the desert. Sand dunes, however, are non-existent. Barren, rugged mountain ranges surround the town and long ago obviously also lush pastures (las vegas is Spanish and means



Der 'Strip' bei Nacht

The 'strip' at night



SEG, für Las Vegas, eine Show unter mehreren

SEG in Las Vegas: one of many shows

zigartige Wachstum dieser Vergnügungsstadt. 1974 zählte man rund 200 000 Einwohner. Bis heute hat sich diese Zahl verdreifacht. Die Hotels in Las Vegas, von denen das Hilton mit 3174 Zimmern (!) das größte ist, unterhalten mehr als 10 Golf-Plätze. In wie vielen Spielsalons wie viele Spieltische stehen und wie viele zigtausend 'einarmige Banditen' dort ihr Wesen treiben – wer kann das wirklich sagen!? Genau besehen gab es nur einen Platz ohne diese 'slot machines': das riesige Kongreßzentrum, eines der größten (das größte?) in den USA.

'the meadows'). In the latter part of the last century, prospectors found silver and later also gold in the area. Then, in 1905, after a railway stop was set up at which the trains travelling between Los Angeles and Salt Lake City could take on water, a small town developed, which in 1910 had a population of 800, but grew very little in the next two decades.

The US Congress then decided to build the Hoover Dam on the Colorado River about 30 km away. Thousands of work-

Das riesige Kongreßzentrum, in dem die Tagung stattfand



The vast congress centre in which the meeting took place

Vermutlich galt die bange Frage der Organisatoren der zu erwartenden Beteiligung an Ausstellern. Um wieviel würde man unter der Rekordbeteiligung des Vorjahres in Dallas (etwa 350 Aussteller auf 10 000 m² Nettoausstellungsfläche) bleiben? Der Trend nachlassender geophysikalischer Aktivitäten hatte sich bis 1983 fortgesetzt. Letztlich waren es dann doch etwa gleich viele Aussteller auf etwas geringerer Nettofläche (ca. 9000 m²).

ers lived rather primitively from 1931 to 1935 in a settlement near the building site. During this time the State of Nevada – or perhaps a cunning group of people in near-by Las Vegas – legalized, virtually unnoticed, gambling.

Etwas über 10 000 Teilnehmer kamen (10% weniger als nach Dallas 1982). Getagt wurde in sieben Sälen, die in zwei Hallenkomplexen untergebracht und über die Ausstellungshalle verbunden waren.

The setting up of the US Air Force main training centre during the 2nd World War promoted the town yet again. Nevertheless, it was not until after the war that the ever increasing tourist trade prompted the extraordinary growth of this pleasure city. In 1974, the population was 200 000. Today this number is three times as large. The hotels in Las Vegas, the biggest being the Hilton with 3174 rooms, run more than ten golf courses. How many gaming-tables are housed in how many casinos and how many thousand one-arm bandits are doing business – who can really say!? But what can be said is that there was only one place without these slot machines: the vast congress centre, one of the largest (the largest?) in the USA.



Demonstration: Interaktives seismisches Processing mit GEOSYS, verbunden über Cisinet mit einer CISI-eigenen Cray 1 in Paris
Demonstration: Interactive seismic processing with GEOSYS, connected via Cisinet to a CISI-owned Cray 1 in Paris

Presumably the organizers were anxious to know what to expect regarding exhibitor participation. How much would it fall short of the record participation of the previous year in Dallas (approximately 350 exhibitors on 10 000 m² exhibition area)? The trend of decreasing geophysical activities had continued through 1983. In the end about the same number of exhibitors were present on a slightly smaller net area (ca. 9000 m²).

Just over 10 000 participants came (10% less than in Dallas 1982). The papers were read in seven halls, which were housed in two complexes and connected via the exhibition hall.

More than 300 papers were presented, followed by six workshops. 60% of the papers were read in 24 seismic sessions, whereby 15 papers on shear waves and the same number on vertical seismic profiling were particularly well

Über 300 Vorträge fanden ihr Publikum, gefolgt von sechs Workshop-Veranstaltungen. 60% der Vorträge liefen im Rahmen von 24 'Seismic Sessions', wobei 15 Vorträge über Scherwellen und die gleiche Anzahl über Vertical Seismic Profiling besonderes Interesse fanden. Aber auch nicht-seismische Disziplinen wie 'Electrical Techniques', 'Potential Fields', 'Magnetotellurics', 'Borehole Gravity' etc. verschafften sich ihr Publikum.

In der Ausstellung war der Trend zu höherkanaligen seismischen Apparaturen weiterhin deutlich. Inzwischen bieten bereits mehrere Firmen Apparaturen mit 1000 Kanälen an. Manche Datenzentren propagieren zur Verarbeitung sol-

received. However, also non-seismic disciplines, such as Electrical Techniques, Potential Fields, Magnetotellurics, Borehole Gravity etc., attracted interest.

In the exhibition the trend towards seismic instruments with more and more channels was again apparent. Meanwhile, several companies offer instruments with 1000 channels and some data centres publicize special program systems for processing the resulting recordings. PRAKLA-SEISMOS can calmly look forward to this development as our data centre already has good experience in the processing of multi-channel recordings, and a computer such as the Cyber 205 is capable of dealing with still larger quantities of data.



◀ **Was den Aussteller freut:
ein umlagerter Stand**
**What pleases the exhibitor:
a crowded stand**



N. A. Anstey

cher Aufnahmen besondere Programmsysteme. PRAKLA-SEISMOS kann dieser Entwicklung beruhigt entgegensehen, verfügt unser Datenzentrum doch bereits über gute Erfahrungen in der Bearbeitung vielkanaliger Aufnahmen, und ein Superrechner wie die Cyber 205 wird mit noch größeren Datenmengen fertig.

Unser Ausstellungsstand umfaßte wiederum etwa 60 m². PRAKLA-SEISMOS-Software wurde auf der Ausstellung gleich zweimal angeboten: einmal durch Control Data über deren Cybernet, und zum anderen durch Franlab Informatique, eine CISI-Tochter, über deren Ciset. An die Franlab war ein Teil unseres Standes untervermietet worden. Dort demonstrierte man während der Tagung interaktives seismisches Processing mit GEOSYS, verbunden über Ciset mit einer CISI-eigenen Cray 1 in Paris.

Im übrigen bot PRAKLA-SEISMOS Informationen an durch Tafeln und Broschüren.

Once again our exhibition stand covered approximately 60 m². PRAKLA-SEISMOS software was presented twice at the exhibition: first by Control Data via their Cybernet and secondly by Franlab Informatique, a CISI subsidiary, via their Ciset. A part of our stand had been subletted to Franlab. There, during the meeting, interactive seismic processing with GEOSYS, connected via Ciset to a CISI Cray 1 in Paris, was demonstrated.

PRAKLA-SEISMOS also presented information on display boards and in brochures.

Die neuen Broschüren/The new brochures:

- Shallow Water Geophysical Survey Fleet
- PRAKLA-SEISMOS Information
- No. 38 COMAI – Computer-Aided 3-D Seismic Interpretation
- No. 39 GEOSYS + DATAPLAN
- No. 40 Onshore Seismics, Energy Sources and Recording Systems
- No. 41 On-site Seismic Processing Centre
- No. 42 Well Seismics – Survey and Processing
- No. 43 Streamer Positioning for 3-D Surveys

Die neuen Tafeln/The new display boards:

- Shear Wave Surveys
- Interactive Static Correction Techniques
- 3-D Seismics, Computer-Aided Interpretation
- Streamer Positioning for 3-D Surveys
- Vertical Seismic Profiling
- GEOSYS + DATAPLAN

Die Vorträge unserer Mitarbeiter

Unsere Mitarbeiter hielten sechs Vorträge, deren Zusammenfassungen wir hier veröffentlichen.

The Papers of our Staff Members

Our staff members presented six papers of which we now publish the abstracts.

ENHANCEMENT OF BOREHOLE RADAR-PROBING DATA BY NEW ANTENNA-SYSTEM WITH CIRCULAR DIRECTIONAL RESOLUTION

F. SENDER, R. THIERBACH*), H. WEICHART

Radarsondes operating with pulsed electromagnetic HF-Signals to explore internal structures of salt-deposits and other media like granite or coal from boreholes are in use already for several years.

An inherent drawback of existing systems is the lack of directional resolution in the plane perpendicular to the borehole axis. The bottleneck in obtaining directional resolution of signal-incidence is the fact that borehole diameter is generally narrow compared with signal wave-length.

This paper will demonstrate a new design approach for a direction-sensitive borehole antenna system. Well established radio direction-finding methods have been adapted and redesigned to fit into the hostile environment of borehole equipment.

A description of the method and the involved equipment is followed by a demonstration of practical field data from borehole measurements with this antenna-system.

*) Niedersächsische Landesanstalt für Bodenforschung, West Germany

LOCATING STRUCTURES BY INTERACTIVE WAVEFRONT PROCESSING

R. MARSCHALL, R. NEUMANN, J. SATTLEGGER*), M. HOLLING*)

Since more than 15 years the UNDERSHOOTING METHOD is used to obtain information on target horizons beneath zones with complicated overburden tectonics.

The depth presentation of the acquired seismic data, where inline-offsets of up to 15 km are used, is based on wavefront computations starting at the original source and receiver positions.

The need came up for an INTERACTIVE IMPLEMENTATION of the software used. This goal was achieved in 1983.

The software developed can be applied to the following problems:

- Depth-presentation of undershooting surveys
- VSP-look ahead operations in connection with several offset positions of the source and a fixed receiver position in a certain depth
- Determination of salt-sediment interfaces by interactive wavefront-matching
- Continuous check of structures to be drilled by using several (at least two) offsets (pre-stack)
- Computation of refractor-horizons in depth using wavefronts

The computation of the wavefronts and finally the depth position of the target horizon is performed by numerically pursuing the raypath or a small portion of the wavefront for small time-increments Δt , until the point of reflection is reached.

Finally several examples of the application of interactive wavefront-processing are given.

*) Sattlegger, Ing. Büro, West Germany

LONG PERIOD STATIC ANALYSES BY TRIGONOMETRIC APPROXIMATION

F. KIRCHHEIMER

Automated residual statics computations usually require the extraction of source and receiver statics from two-way reflection times. In order to recognize anomalies correctly whose spatial dimension extends over more than one spread length a quite general reduction model must be

employed. It is well known that the resulting system of "Gaussian normal equations" is degenerate and extremely ill conditioned. Instead of an approximate solution of the normal equations the method described in this paper relies on trigonometric polynomials for source and receiver statics, structure and residual normal moveout. The coefficients of these Fourier polynomials are uniquely determined by the classical least squares error condition on the reduction model. In the case of a regularly spaced 2-D shooting geometry this amounts to a partial Fourier transform of the reduction model in the spatial wavenumber – offset domain. Investigation of the noise rejection properties of this system leads to a simple variation of the standard reduction model, which is treated in the same manner as above and yields a further improvement in the noise rejection of the associated system. The trigonometric approximation proves useful to resolve spectral components with wavelengths from some group intervals up to the full line length. Keeping in mind that Gauss-Seidel iteration with spectral displacement is an excellent means to resolve short wavelength components it is natural to combine this well-proven method with trigonometric approximation to obtain a solution over the full spectrum. The effect of this combined attack is demonstrated on noisy synthetic data.

SOME PROBLEMS CONCERNING THE INVERSION OF OBSERVED IN-SEAM SEISMIC DISPERSION DATA

T. KREY*)

In the last few years in-seam seismics has resulted in an improved extraction of dispersion curves from the observed data. These dispersion curves can be inverted either to obtain information on the distribution of coal and rock in the direction normal to the seam or to obtain information on the variation of seam thickness along the raypath. Both kinds of inversion may contribute to a more effective evaluation of transmission surveys.

*) Consultant with PRAKLA-SEISMOS GMBH, West Germany

SOME ASPECTS OF FIELD-LAYOUT FOR SHEAR-WAVE SURVEYS

H. A. K. EDELMANN AND K. HELBIG*)

Shear-wave seismograms differ from P-wave seismograms in some respect. For deep lying strata about the same wavelength of reflected signals can be assumed for P and S. The source generated noise, however, is completely different. Love waves of fundamental mode and higher modes prevent reflection events from being recorded in a time window at larger offset. Therefore wavelength filtering in the field, trace spacing and velocity filtering must be tuned to record reflection signals on the near shot traces as well as good refraction arrivals. The paper discusses examples of P- and S-wave sections.

*) Rijksuniversiteit Utrecht

ACCURATE DOPPLER SURVEY IN GEOPHYSICS

H. W. RIES

Geophysical survey values – whether from land, sea or air geophysics – are generally tied to a coordinate triplet. This coordinate triplet $(x, y, h$ or $\varphi, \lambda, H)$, which fixes the survey position on the earth's surface, is important in several respects. (1) Positioning data are often required for the determination of corrections. This is always the case where the geophysical survey value is not the final desired quantity. (2) Positioning data are necessary for presenting geophysical survey quantities on survey lines or maps. (3) Geophysical data stored in a data bank only make sense where they are associated with location parameters.

In many areas of the earth, determination of the exact location presents considerable difficulties. Often the maps are available only in a very small scale or they are inaccurate. However, even good maps are often not adequate when it is necessary to determine good coordinates of specific points. "Specific points" are, for example, the corner and reference points of a large survey net, transmitter stations for a navigation chain in air or sea surveys, points of a concession boundary or the position of a borehole. "Exactly" in this context means the meter or submeter range.

It is shown here that using Doppler satellite surveying, especially where applying the translocation method, geophysical requirements can be fulfilled exactly, quickly, and economically.

25 Jahre Zweigniederlassung Wien

G. Keppner

Am 14. Oktober 1983 hatte die Geschäftsführung der PRAKLA-SEISMOS unsere österreichischen Geschäftsfreunde sowie Vertreter von Behörden, Universitäten und Verbänden ins Hotel BRISTOL eingeladen zur Würdigung des 25jährigen Bestehens unserer Betriebsstätte und späteren Zweigniederlassung Wien. Dr. H.-J. Trappe begrüßte die Gäste im Rahmen zweier Veranstaltungen, gab einen Abriss über die Entwicklung der Geophysik während der vergangenen zweieinhalb Dekaden sowie über unsere Aktivitäten in Österreich und dankte schließlich Frau **Antonia Kornfeld** für die runden 25 Jahren, in denen sie als Leiterin der Niederlassung Wien so überaus erfolgreich tätig war.

Nichts ist uns wichtiger, als diese Fehleinschätzung zu zerstreuen: PRAKLA-SEISMOS könnte erst seit 25 Jahren in Österreich tätig sein. Vielleicht hätten wir den 7. November 1982 schärfer ins Auge fassen und verkünden sollen: Seit 60 Jahren übt unsere Gesellschaft geophysikalische Aktivitäten in Österreich aus! Etwas über ein Jahr nach Dr. L. Mintrops Einführung der Refraktionsseismik in die Exploration und Gründung einer sie praktizierenden Firma, führte die SEISMOS ihre erste Messung in Österreich durch. Der 'Endbericht' für die Auftraggeberfirma "Allberig", Allgemeine Bergbau- und Rohöl Industrie GmbH, Wien I, Hofgartenstraße 1 (- 2 Seiten stark mit 2 Anlagen! -) beginnt wie folgt:

"Seismische Untersuchungen in den Grubenfeldern bei Wollmannsberg

In Ihrem Auftrag fanden in der Zeit vom 7. bis 24. November 1922 seismische Untersuchungen zur Klärung des tektonischen Aufbaus des tertiären Schliergebietes in der Umgebung der Bohrung "Allberig I" bei Wollmannsburg statt. . ."

Doch lassen wir ab vom geophysikalischen 'Altertum'. Die 'Neuzeit' begann mit dem Jahr 1957. Drei Reflexionsmeßtrupps der PRAKLA nahmen jetzt die Arbeit im österreichischen Alpenvorland und insbesondere im Wiener Becken auf, zwei für die ÖMV (Österreichische Mineralöl-Verwaltung AG) und einer für das Konsortium ÖMV/BP. Im Jahre 1958



Frau A. Kornfeld im Büro Kreindlgasse
Mrs. A. Kornfeld in her office in Kreindlgasse



Stephansdom, Wahrzeichen Wiens
Stephan's Cathedral, distinctive mark of Vienna

Vienna Branch Office Celebrates 25 Years (abridged)

On the 14th October 1983 the PRAKLA-SEISMOS management had invited our Austrian business connections as well as representatives of authorities, universities and associations to the Hotel BRISTOL, Vienna, in appreciation of the 25th anniversary of our Vienna branch office. Dr. H.-J. Trappe greeted the guests, then outlined the development of geophysics during the last two and a half decades as well as our activities in Austria, and finally thanked Mrs. Antonia Kornfeld for the 25 years in which she was so successfully active as head of our Vienna branch office.

It is important to us that we dispel the misconception that PRAKLA-SEISMOS has been active in Austria for only 25 years. Perhaps we should have put more emphasis on the 7th November 1982 and made it known that on that date our company had completed 60 years of geophysical activity in Austria! Just over a year after Dr. L. Mintrop introduced refraction seismics into exploration and after the formation of a seismic company to realize it, SEISMOS carried out its first survey in Austria. The final report (just 2 pages with 2 enclosures) for the client 'Allberig' (general mining and oil company), Hofgartenstraße 1, Vienna 1, is entitled: 'Seismic Investigation in the mining area around Wollmannsberg' and starts as follows:

"From 7th to 24th November 1922 seismic investigations were carried out to clarify the tectonic structure of the Tertiary Schlier area around the Allberig I borehole near Wollmannsberg. . ."

Vibroseismik in Vorarlberg
Vibroseismics in Vorarlberg



waren noch zwei Trupps hinzugekommen, beide für die ÖMV. Die Zeit schien reif, um aus administrativen und steuerlichen Gründen eine Betriebsstätte Wien zu etablieren. Vom 1. Oktober 1958 an war die PRAKLA-SEISMOS in Österreich nun mit eigener Buchhaltung, Lohn- und Gehaltsverrechnung voll steuerpflichtig. **R. Bading**, damals Supervisor für die Österreich-Trupps, vollzog den Gründungsakt. Er mietete auch das Büro in der Kreindlgasse, wo es noch heute ist. Auf den Tag genau einen Monat später, am 1. November 1958, trat Frau A. Kornfeld in die PRAKLA ein und übernahm schließlich die Leitung der Betriebsstätte, die am 27. Oktober 1967 ins österreichische Handelsregister eingetragen wurde und seitdem als Zweigniederlassung firmiert. Am 10. Juli 1970 wurde PRAKLA-SEISMOS Mitglied der Kammer der gewerblichen Wirtschaft, Sektion Industrie.

Neben der (frühen) Refraktionsseismik wurden hauptsächlich reflexionsseismische Messungen durchgeführt mit Sprengstoff, Vibratoren und Hydraulikhammer als Energiequelle. Gravimetrische Messungen zogen sich über viele Jahre hin. Geoelektrische Untersuchungen brachten den spektakulären Thermalwasserfund von Bad Radkersburg. Unsere Ingenieurgeophysik führte Bohrlochversenk- und Hohlraummessungen durch. Auswertegruppen waren eingesetzt, und in den Jahren 1962 bis 1971 leitete Dr. W. Köller ein Abspiezentrum in Wien. (Das komplette GEODATA-System wurde anschließend dem geophysikalischen Institut der Montan-Universität Leoben zu Übungszwecken geschenkt.)

Während der letzten 25 Jahre ist PRAKLA-SEISMOS für viele Gesellschaften und Gruppierungen in Österreich tätig gewesen, an erster Stelle natürlich für die ÖMV AG und RAG (Rohöl Aufsuchungs GmbH), aber auch für die PREUSSAG und für Konsortien, in denen u. a. die BP und DEA (heute TEXACO) vertreten waren, sowie für Betriebe und Gemeinden, die nicht der Kohlenwasserstoffsuche verhaftet sind.

Kommen wir nochmals auf die Ereignisse am 14. 10. 83 im Hotel BRISTOL Wien zurück. Dr. H.-J. Trappe begrüßte die Gäste, allen voran die Vertreter der auftraggebenden Firmen ÖMV und RAG. Zwei Fachvorträge aus dem Gebiet moderner Reflexionsseismik schlossen sich an:

R. Bading: 3D-Landseismik bei PRAKLA-SEISMOS, Datengewinnung und Ergebnisse

E. Kreitz: Automatisches Erfassen von Ersteinsätzen für statische Korrekturen auch bei VIBROSEIS-Messungen

Dr. H.-J. Trappe eröffnete die Abendveranstaltung mit einer knappen Rückschau. Dann würdigte er die 25 Dienstjahre von Frau Antonia Kornfeld, überreichte der Jubilarin die 'Goldene Nadel' und kam schließlich auf das Verhältnis unserer Mitarbeiter zum Einsatzland Österreich zu sprechen. Jeder, der lange Jahre in Außenbetrieben tätig war, kann dies freudig bestätigen (– oder beklagen, wenn er nicht zu den Privilegierten gehört –): in Österreich eingesetzt zu werden zählt noch immer zu den Glücksfällen im Leben eines weitgereisten 'Geophysik-Werker'. Zum Abschluß noch ein

That's enough of geophysical 'ancient history'. 'Modern times' began in 1957. Three PRAKLA reflection crews started work in the Alpine foothills and especially in the Viennese Basin, two for the ÖMV (Österreichische Mineralöl-Verwaltung AG) and one for the syndicate ÖMV/BP. In 1958 two more crews began operating, both for the ÖMV.

It would be beyond the scope of this text to quote in detail our company's activities. But it is perhaps of interest to list the disciplines applied: besides the (earlier) refraction seismics, reflection seismic surveys were generally carried out, using explosives, vibrators and hydraulic hammers as energy sources. Gravimetric surveys spread over many years. Geoelectric investigations led to the spectacular thermal water find of Bad Radkersburg. Our Geophysical Engineering Department carried out well and cavity surveys. Interpretation groups were employed and from 1962 to 1971 Dr. W. Köller supervised a playback centre in Vienna. (The complete GEODATA system was subsequently given to the geophysical institute of the Montan-University Leoben for training purposes.)

During the last 25 years PRAKLA-SEISMOS has carried out work for many companies in Austria, in the first place of course for ÖMV AG and RAG (Rohöl Aufsuchungs GmbH), but also for Preussag and syndicates in which BP and DEA (now Texaco) were represented. Clients not associated with hydrocarbons were the Radkersburg local authority, Österreichische Salinen AG und Wolfsegg-Traunthaler Kohlenwerks AG, to name but a few.

Now let us return to the events on the 14. 10. 83 in the Hotel BRISTOL. Dr. H.-J. Trappe welcomed the guests, especially the representatives of the ÖMV and RAG. Two technical papers concerning modern reflection seismics were subsequently read:

R. Bading: 3-D Land Seismics at PRAKLA-SEISMOS, Data Acquisition and Results

E. Kreitz: Automatic Picking of First Arrivals for Static Corrections including VIBROSEIS Surveys

Dr. H.-J. Trappe started off the evening with a brief review. Then he congratulated Mrs. Antonia Kornfeld for completing 25 years with our company, presented her with the 'golden PRAKLA-SEISMOS badge' and finally spoke about the relationship between our employees and Austria. Anyone who has been posted in a seismic crew for long periods can certainly confirm (– or complain, if he has not been so privileged –) that to be posted in Austria is still one of the good fortunes in geophysics. In conclusion, a quote from Dr. Trappe's short speech, addressed to our Austrian clients:

"Gentlemen, I would like to thank you all for the confidence that you have placed in our company over the years, and at the same time I would like to assure you that we will do all we can in the future to maintain this confidence."

Zitat aus Dr. H.-J. Trappes kurzer Rede, gerichtet an unsere österreichischen Geschäftsfreunde: "Meine Herren, ich möchte Ihnen allen für das Vertrauen danken, das Sie unserer Gesellschaft über viele Jahre hinweg entgegengebracht haben und Ihnen gleichzeitig versichern, daß wir auch in Zukunft alles tun werden, um Ihr Vertrauen zu erhalten."



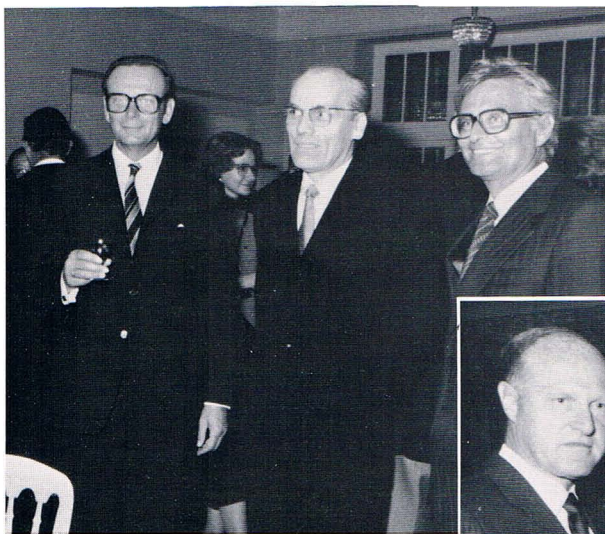
Von links: Dr. O. Malzer (Exploration Manager, RAG), Dr. H.-G. Bochmann und Frau, Dr. S. Ding, Dr. R. Wüstrich (Berghauptmann, Wien), Frau A. Kornfeld



Frau A. Kornfeld, Dr. H.-J. Trappe



Prof. Dr. A. Kröll, Frau Schneider, Dr. E. Steiger, Dr. G. Wessely (alle ÖMV), R. Bading, Frau Malzer

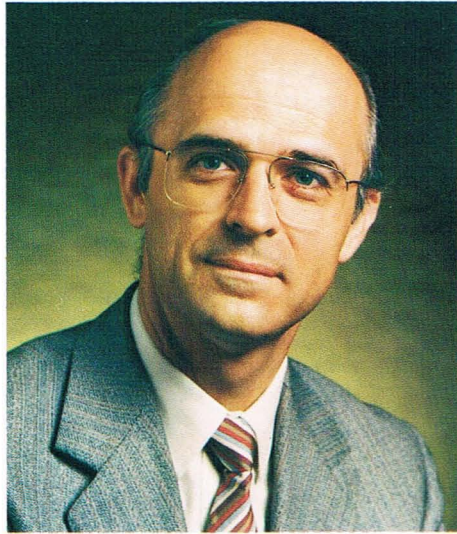


Prof. Dr. F. Weber (Universität Leoben), Ing. L. Lanzenbacher (RAG), Dr. R. Schmöller (Universität Leoben)

*Von links:
Dipl.-Ing. Dr. R. Wüstrich,
Frau Schachinger,
Dipl.-Ing. J. Schachinger
(General-Direktor, RAG),
Dr. S. Ding und Frau, Frau Wüstrich*



Erweiterung der Geschäftsführung der PRAKLA-SEISMOS GMBH



Dr. Friedrich-Wilhelm Fischer

Der erstmals nach den Vorschriften des Mitbestimmungsgesetzes 1976 besetzte Aufsichtsrat unserer Gesellschaft (siehe REPORT 3 + 4/83, Seite 31) bestellte in seiner Sitzung am 5. Juli 1983 Herrn Dr. Friedrich Wilhelm Fischer mit Wirkung vom 1. 1. 1984 zum stellvertretenden Geschäftsführer und Arbeitsdirektor. Herr Dr. Fischer leitet den Bereich 'Personal und Recht'.

Herr Dr. F.-W. Fischer wurde am 25. 4. 1940 in Heilbronn geboren. Er ist mit einer Hamburgerin verheiratet und hat zwei Söhne. Nach dem Studium der Rechts- und Staatswissenschaften in Berlin, Bonn und Freiburg i. Br. und der Referendarzeit im Staatsdienst legte er das Assessor-Examen ab. Seine Promotion zum Dr. jur. erfolgte an der Universität Freiburg i. Br.

Den Einstieg in die Wirtschaft fand Herr Dr. Fischer als Justitiar und Rechtsanwalt in Stuttgart. Danach war er drei Jahre bei der Fa. Thyssen Industrie GmbH in Düsseldorf als Assistent des Vorsitzenden der Geschäftsführung und später auch als stellvertretender Personalleiter tätig. Unter den 3000 Beschäftigten betreute er zahlreiche Monteure, die auf wechselnden Baustellen eingesetzt waren.

Sein Berufsweg führte Herrn Dr. Fischer weiter nach Esslingen/Stuttgart zur Hirschmann-Gruppe, die weltweit 3200 Mitarbeiter beschäftigt. Dort war er sieben Jahre Mitglied der Geschäftsleitung und für den Bereich 'Personal und Recht' verantwortlich. Gleichzeitig befaßte er sich in Ausschüssen des Zentralverbandes der Elektroindustrie (ZVEI) und des Bundesverbandes der Deutschen Industrie (BDI) mit grundsätzlichen Fragen jener Branche.

In den folgenden drei Jahren arbeitete Herr Dr. Fischer als Personaldirektor in Neckarsulm/Heilbronn beim Kfz-Zulieferer Karl Schmidt GmbH mit weltweit 8000 Mitarbeitern. Gleichzeitig wirkte er als Personalbeauftragter der Metallgesellschaft AG, Frankfurt/M., firmenübergreifend sowohl an der Konzeption als auch an der Realisierung personalpolitischer Leitlinien dieses vielseitig tätigen Konzerns mit.

In seiner Freizeit bereiten Herrn Dr. Fischer Bergwanderungen mit seiner Familie besondere Freude.

Für seine verantwortungsvolle Tätigkeit in unserem Haus ein herzliches Glückauf!

Vorsitzender des Aufsichtsrates

(Dr. B. Kropff)

Enlargement of the Management at PRAKLA-SEISMOS GmbH

The first supervisory board of our company to be elected according to the act of 1976 which determines the employees' participation in management, appointed Dr. Friedrich Wilhelm Fischer as personnel director with effect from 1. 1. 1984 at the meeting on 5th July 1983. Dr. Fischer heads the 'Personnel and Legal' division.

Dr. Fischer was born in Heilbronn on the 25. 4. 1940. He is married and has two sons. After studying law and political science in Berlin, Bonn and Freiburg i. Br., and after his probationary period in the civil service, he took his professional examination. He graduated to doctor of law at the University of Freiburg i. Br.

His entrance to industry and trade saw him as judiciary and lawyer in Stuttgart. Subsequently, he was three years with Thyssen Industrie GmbH in Düsseldorf as assistant to the chairman of the managing board, and later as deputy head of personnel. Of the 3000 employees he looked after, a large number of mechanics were engaged at continually changing locations.

His career led him further to Esslingen/Stuttgart to the Hirschmann Group, which has 3200 employees worldwide. He was a member of the management there for 7 years and responsible for the 'Personnel and Legal' section. At the same time he was concerned with fundamental relevant questions arising in that line of business as a member of committees of the Central Union of the Electro Industry (ZVEI) and of the Federal Union of the German Industry (BDI).

During the next three years Dr. Fischer worked as personnel director in Neckarsulm/Heilbronn with the vehicle supplier Karl Schmidt GmbH, with 8000 employees worldwide. At the same time he contributed, as one of the personnel managers of the Metallgesellschaft AG, Frankfurt/Main, to the conception as well as the realization of personnel-political guidelines of this multi-branched concern.

In his spare time Dr. Fischer particularly enjoys mountain walking tours with his family.

We wish him every success in his responsible position with our company.

Dr. B. Kropff
(President of the Supervisory Board)

Betriebsratswahl 1984

W. Voigt

Am 10. 4. 1984 fand die Betriebsratswahl bei PRAKLA-SEISMOS statt. In Personenwahl wurden 13 Angestellte und 2 Arbeiter in den Betriebsrat gewählt, für die Arbeiter: **M. Deutschmann** und **E. Trzonnek**, für die Angestellten: **G. Auffenberg**, **Frau S. Aust**, **H.-J. Berkenbusch**, **U. Brandt**, **Frau Chr. Dürschner**, **J. Hartleben**, **H. Inderthal**, **W. Ostwald**, **K. Renner**, **H. Schrader (TA)**, **H. K. Schrader (DZ)**, **P. Stählin** und **W. Voigt**.

Die Wahlbeteiligung der Arbeiter war mit 51,5% sehr niedrig, während sich bei der Angestelltegruppe 75,07% an der Wahl beteiligten. Die Amtszeit des neugewählten Betriebsrates begann mit der konstituierenden Sitzung am 12. 4. 1984 und beträgt 3 Jahre, dauert also bis April 1987. Wie in der konstituierenden Sitzung beschlossen, wurde die Aufgabenteilung folgendermaßen festgelegt:

Der **Vorsitz** besteht aus **W. Voigt** und den beiden **Stellvertretern** **H. Inderthal** und **W. Ostwald**. Hierzu kommen für den **Betriebsausschuß** die Kollegen **G. Auffenberg** und **E. Trzonnek**.

In den **Personal- und Sozialausschuß** wurden 7 Betriebsräte delegiert, und zwar **Frau S. Aust**, **H.-J. Berkenbusch**, **U. Brandt**, **M. Deutschmann**, **J. Hartleben**, **H. K. Schrader** und **P. Stählin**. Der Personalausschuß wählte **J. Hartleben** wieder zu seinem Vorsitzenden und **H. K. Schrader** zum Stellvertreter.

Den **Kantinenausschuß** bilden **Frau S. Aust** und **Frau Chr. Dürschner** sowie **G. Auffenberg**, **K. Renner**, **H. Schrader** und **H. K. Schrader**.

Die endgültige Zusammensetzung des **Wirtschaftsausschusses** erfolgt nach Abschluß der Beratungen, da hier auch Belegschaftsmitglieder, die nicht zum Betriebsrat gehören, beteiligt werden.

Die Aufgaben der Ausschüsse dürften sich aus der Benennung selbst erklären, sie sind in der verabschiedeten Geschäftsordnung des Betriebsrates festgelegt.

Es versteht sich von selbst, daß, unabhängig von der Zugehörigkeit zu einem Ausschuß, alle Betriebsräte für alle Fragestellungen jederzeit ansprechbar sein werden.

Als gewählte Betriebsräte möchten wir an dieser Stelle für die Wahlbeteiligung und das in uns gesetzte Vertrauen danken.

Auch in Zukunft werden wir uns der großen und kleinen Wünsche und Sorgen aller Betriebsangehörigen annehmen und durch aktive Mitgestaltung eine bessere und möglichst reibungsfreie Arbeitswelt zu verwirklichen trachten.

Im Sinne einer guten Zusammenarbeit grüßen wir die Belegschaft im Namen aller Betriebsratsmitglieder mit einem freundschaftlichen und kollegialen Glückauf!

W. Voigt H. Inderthal
– Mai 1984 –

Prämien 1983

In der diesjährigen Sitzung des gemeinsamen Bewertungsausschusses von PRAKLA-SEISMOS und PRAKLA-SEISMOS Geomechanik wurden folgende Prämien festgelegt:

für Erfindungen:	DM 3 250, –
für Verbesserungsvorschläge:	DM 6 100, –
für Vorträge, Veröffentlichungen, Schriften und Erfahrungsberichte:	DM 8 500, –
H. Raubenheimer	DM 17 850, –

AUSSTELLUNGEN im Hause PRAKLA-SEISMOS –

Freizeitaktivitäten unserer Mitarbeiter



„Auflösung“
von K. Reichert

J. Hartleben

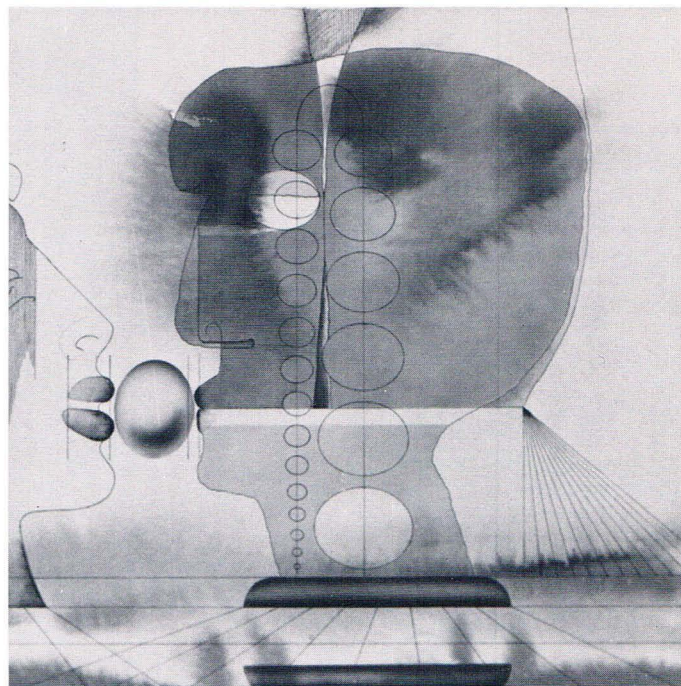
Unter diesem Motto wurde am 28. 11. 1983 im PRAKLA-SEISMOS-Hauptgebäude, mit Bildern in verschiedenen Mal- und Zeichentechniken von Jonny Hartleben, ein Projekt aus der Taufe gehoben, das in vielerlei Hinsicht Impulse geben soll und kann.

Das starke Interesse, das diesem ersten Versuch und den inzwischen gezeigten drei Fotoausstellungen von Rüdiger Koch, Sükrü Biré und Horst Pätzold von Firmenangehörigen und zahlreichen Gästen entgegengebracht wurde, hat uns bestärkt, für Kontinuität zu sorgen. Die ersten vier Ausstellungen sind von Kollegen der Auswertungsabteilung gestellt worden. Sie zeigten zum einen, wie vielfältig der Hobby-Maler oder -Zeichner seine Freizeit ausfüllen kann, und zum anderen, welche unterschiedliche Schwerpunkte unsere Fotografen ihrem Hobby zu geben verstehen. So wurde von **R. Koch** eindrucksvoll vorgeführt, wie im Foto die ohnehin schon imposanten Wahrzeichen Manhattans durch perspektivische Manipulation, Verfremdung durch Filter und Kompo-

"Der Kuß" von K. Reichert

sitionen im 'Sandwich-Verfahren' in ihrer Ausdruckskraft noch gesteigert werden können. Daneben Schnappschüsse aus dem Central Park und Palmenstrand-Ferienimpressionen. Daß man aber keine großen, aufwendigen Reisen machen muß, um gute Fotos zu schießen, zeigen R. Kochs winterliche Bäume. Sie verdeutlichen, wie schön unsere Natur sein kann, besonders in der sogenannten 'toten' Jahreszeit, erlebt man sie nur bewußt. Erinnerungen an den Zirkus Roncalli sollen noch stellvertretend für die vielen Kostproben eines engagierten Hobby-Fotografen genannt werden.

Ganz anders stellte sich der fotografische Querschnitt von S. Biré dar. Hier dominiert das Portrait. Die Bemühung um ästhetische Bewältigung dieses anspruchsvollen Themas steht im Vordergrund. Wer selbst engagiert fotografiert, kann ermessen, wie schwer es dem Fotografen in der Regel fällt, die von heutigen Aufnahmegeräten und Materialien erwarteten superscharfen und dadurch oft schonungslosen oder



1. K. Bergert, ein Luftbildatlas Niedersachsen
2. U. Wiens, 4 Bilder der Ausstellung (nach Wahl)
3. H. Leunig, 3 Bilder
4. Dr. H. A. Mosler, 2 Bilder
5. J. Lenz, 1. Bild.

Unsere Glückwünsche und Hochachtung den Gewinnern, das um so mehr, weil die Lösungen keineswegs einfach waren, was auch die magere Zahl der Einsendungen verriet: ganze zehn!

Die Ausstellungsbeispiele könnten den Eindruck erwecken, als seien nur Spitzenleistungen von technisch aufwendig ausgerüsteten 'Halb-Profis' gefragt. Darum möchte ich betonen, daß wir kein Forum für 'Eliten' schaffen wollen. Auch die bisher gezeigten Ausstellungen sind mit zum Teil improvisierten Hilfsmitteln und eben nur aus der Liebe zum Hobby entstanden. Es soll sich jeder angesprochen fühlen, der in irgendeiner Weise einem Hobby nachgeht, das ausstellbar ist. Zwar ist der Kreis der Ausstellungsbewerber zur Zeit noch bescheiden, weil uns die geplanten Vitrinen für Dreidimensionales, wie Sammlungen verschiedenster Art, Modellbauten, Keramiken etc. noch fehlen, aber wir hoffen, in nicht zu ferner Zeit und mit kleinen Schritten beginnend, Abhilfe schaffen zu können. Allein der Umstand, daß uns die Geschäftsführung Ausstellungsmöglichkeiten zur Verfügung gestellt hat, sollte Verpflichtung genug sein, alles zum Ausbau dieser Möglichkeiten zu tun.

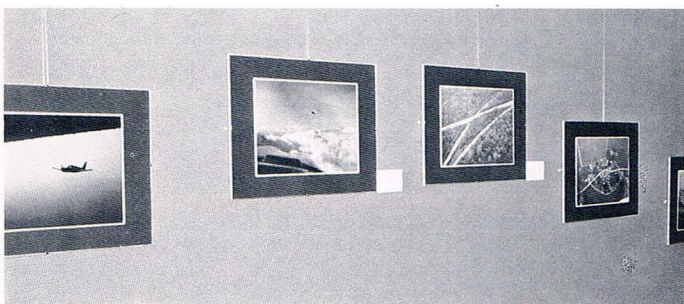
Also sind alle Kolleginnen und Kollegen (nicht nur in der Zentrale!) aufgerufen, nach Kräften mitzuwirken und Ideen beizusteuern. Es wird versucht, jedes Hobby zu präsentieren, nur müssen die Exponate vom Aussteller selbst an die Wand gebracht werden. Auf die Möglichkeit gemeinsamer Ausstellungen sei besonders hingewiesen, denn nicht jeder ist in der Lage, 20 oder gar 40 m Wandfläche mit eigenen Werken auszufüllen.

Wegen näherer Informationen und Terminabsprachen wenden Sie sich bitte an Jonny Hartleben, Tel. 3313.

Die nächste Ausstellung dürfte besonders interessant werden (- interessant gewesen sein -). Kurt Reichert, freiberuflicher Graphiker und Künstler und seit fast drei Jahrzehnten graphischer Gestalter von RUNDSCHAU bzw. REPORT, wird einen Querschnitt durch sein künstlerisches Schaffen präsentieren. Im Anschluß daran ist wieder eine Fotoausstellung an der Reihe, diesmal zum Thema 'Blumen'. H. Dostmann und Dr. W. Stern zeigen Aufnahmen von Alpenblumen und Orchideen.



Die Ausstellungswände um den Gebäudekern im ersten Stockwerk, hier mit einigen Luftbildern von H. Pätzold



wenig ästhetischen bis verletzenden Darstellungen bewußt zu 'entschärfen' und durch 'Weichzeichnung' dem menschlichen Gesicht die Natürlichkeit wiederzugeben, die durch die Brillanz einer konventionellen Momentaufnahme oft verloren geht. Auch bei S. Biré war der Hang zum Experimentieren deutlich sichtbar, aber auch das Auge für das stimmungsvolle Motiv in unserer meist prosaischen Umwelt.

Eine Spezialität besonderer Art waren die Luftaufnahmen von H. Pätzold, der uns die nähere und weitere Umgebung einmal aus ganz anderer, ungewohnter Perspektive zeigte. Waren für viele Betrachter die Ansichten Hannovers von oben Anlaß zu Suchspielen mit 'Aha-Erlebnissen', so luden jene Landschaften, die den Ästheten in H. Pätzold auf den Auslöser hatten drücken lassen, zum Verweilen und Betrachten ein. Man konnte darüber ins Grübeln geraten, ob die 'landschaftsverkrüppelnden' Autobahnen nicht doch gewisse versöhnende optische Reize bieten. Mich selbst beeindruckten am meisten die fast monochromen, geometrischen Torf-Landschaften und die Gegenlichtaufnahmen unserer Wattgebiete.

In Zusammenhang mit dieser Ausstellung wurde ein 'Luftbild-Quiz' veranstaltet, wobei 5 Preise winkten. Die Preise und ihre Gewinner:



Die Teilnehmer des Treffens vor dem Haupteingang

Pensionärstreffen 1983

G. Keppner

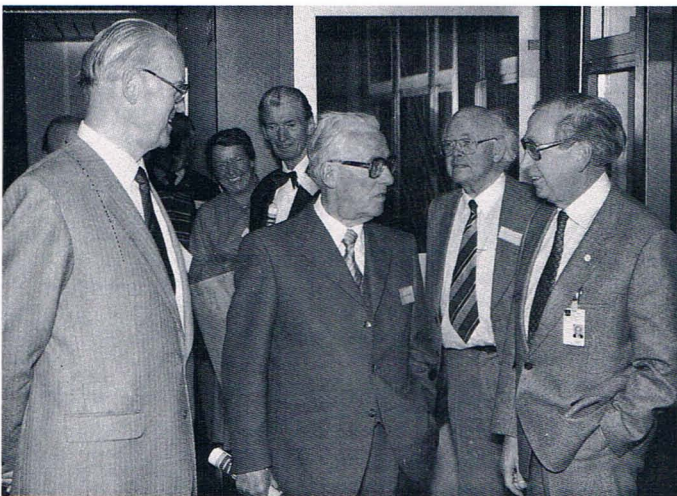
Es war das dritte Treffen dieser Art, das am 17. und 18. Oktober 1983 bei wechselhaftem Wetter in Hannover und Uetze stattfand. Dr. H.-J. Trappe hatte sein Versprechen – gegeben bei der letzten Zusammenkunft im Oktober 1979 – somit eingelöst. Damals hatten unsere Pensionärinnen und Pensionäre Gelegenheit, die Baustellen in Hannover-Buchholz zu besichtigen. Diesmal sollten sie das Endergebnis, die fertiggestellten und bezogenen Gebäude sehen und bewundern können.

Die Organisation des Treffens lag in den bewährten Händen von H.-J. Körner und J. Henke. 81 Gäste kamen. Der Abhol-Service vom Bahnhof klappte reibungslos. Erster Knotenpunkt des Geschehens war die Kaffeetafel im Personalrestaurant. Hier begrüßte Dr. H.-J. Trappe die Besucher, stimmte sie auf das Kommende ein und gab einen Abriss der geschäftlichen und technischen Entwicklung unserer Gesellschaft. Die Zeit bis zum Abendessen war der Besichtigung der neugeschaffenen Arbeitsräume, besonders aber des Datenzentrums und der Technischen Abteilung vorbehalten. Die Führungen vollzogen sich in kleinen Gruppen, was dem Atmosphärischen und den besonders Wißbegierigen unter den Gästen sehr zustatten kam.





Kaffeetafel im Personalrestaurant
Begrüßung der Teilnehmer
durch Dr. H.-J. Trappe



Führung durch das Datenzentrum
und die Technische Abteilung





(Fotos: H. Pätzold)

Abends im Personalrestaurant



a) Dr. H.-J. Trappe spricht zu seinen Gästen

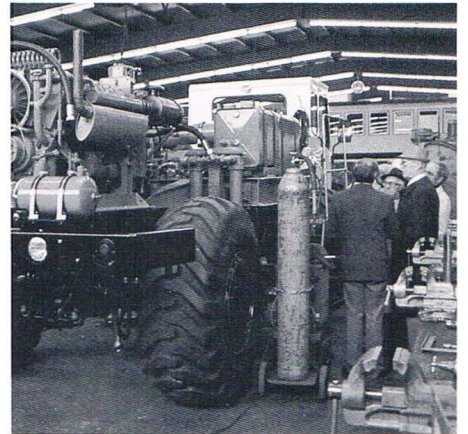
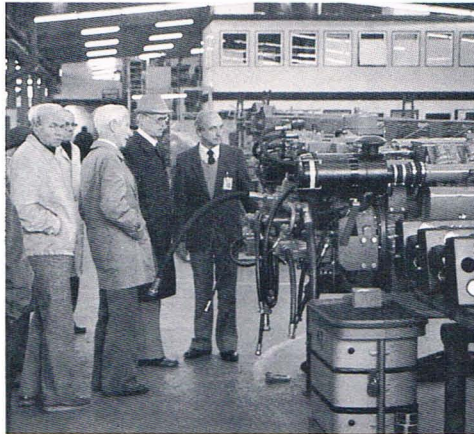
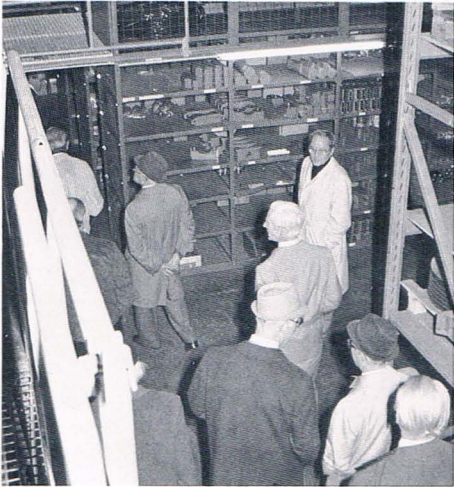


b) Dr. H.-J. Trappe und Dr. S. Ding beantworten Fragen



c) Frau E. Schick spricht im Namen aller





Bei GEOMECHANIK in Uetze

Wer genug gesehen hatte, fiel zu einem Klön ins Gäste-Kasino ein. Der erste Tag schloß ab mit einem gemütlichen Beisammensein. Die Fragestunde nach dem Abendessen war eine neue Facette der Zusammenkunft. Dr. H.-J. Trappe stand jetzt Rede, unterstützt von Dr. S. Ding. Die Fragen kamen in dichter Folge und zeugten nicht nur von lebhaftem Interesse, sondern auch von unversiegener, unverblüchener

Sachkenntnis unserer Pensionäre. Aber auch Feststellungen zu treffen, scheute man sich nicht. Lob war darunter für die neuen Arbeitsstätten, für das imposante Datenzentrum, Lob für die Effizienz der Firma überhaupt und allgemein. Gelobt wurde natürlich auch das Personalrestaurant, die gemütliche Atmosphäre, die es verbreitet, die guten Speisen, die man dort serviert bekommt – und nicht zuletzt die guten Weine.

In Uetze, nach dem Mittagessen



Der zweite Tag war einem Besuch bei PRAKLA-SEISMOS Geomechanik gewidmet. D. Hardeland umriß die geschäftliche, technische und bauliche Entwicklung der 'Tochter'. Dann schloß sich eine umfangreiche und klug organisierte Führung durch den Bürotrakt und die Werkstätten an. Wer von den Besuchern Geomechanik während des ersten Pensionärstreffens 1976 letztmalig besucht hatte, konnte eine eminente Entwicklung feststellen, die sich mit den Schlagworten: Einstieg in den Brunnenbau, Errichtung weiterer Baulichkeiten wie Lagerhalle und Bürogebäude, Neuentwicklungen auf dem Sektor Brunnenbohranlagen und Vibratorbau – Scherwellenvibrator, Breitbandvibrator – umschreiben läßt.

Das Mittagessen in einem urgemütlichen Uetzer Restaurant setzte den Schlußpunkt. Abschied galt es zu nehmen – aber nicht für ewig. Dr. H.-J. Trappe sprach es aus:

"Ich glaube, daß wir auch in Zukunft an einem Pensionärstreffen festhalten sollten. In diesem Sinne möchte ich Ihnen versprechen, daß wir auch in einigen Jahren wieder in die-



Zurück in Hannover, Abschied

sem Rahmen zusammenkommen werden. Ich hoffe, daß der gestrige und der heutige Tag für alle angenehm verlaufen sind. Ich wünsche Ihnen eine gute Heimfahrt und vor allen Dingen gute Gesundheit."

Verschiedenes

Ein Bild zur Kommentierung freigegeben

(Foto: H. Pätzold)



Jeder PRAKLA-SEISMOS-Mitarbeiter und Gast des Hauses kennt das Motiv: Die Wasserspiele auf dem Vorplatz. Bisher eingefangene Stimmen:

Der verantwortliche Architekt: "Kunst am Bau!"

Der Seismiker: "Wellenfronten . . ."

Die Hausfrau: "Früher sahen so die Waschbretter aus!"

Der Kritiker: "Was soll dieses Motiv im Sommer? . . ."

'Charly' ist nicht mehr



'Charly' vor seinem Lieblingsgetränk, gezeichnet von J. Bal

Wer W. Sandomeers Ghana-Bericht im letzten REPORT gelesen hat, könnte sich an jenes Foto erinnern, das W.-P. Günter und E. Deppe mit dem Campaffen 'Charly' zeigt. **Erich Musper** schickte der Redaktion einen Brief aus Ghana, in dem er ihr folgende schmerzliche Mitteilung macht:

"...Ihr werdet sicherlich wissen, daß wir einen tollen Schimpansen hier im Lager hatten, ja hatten, denn der Ärmste ist unter unseren Frontlader gelaufen und war auf der Stelle tot. Schade, war wirklich ein toller Bursche, verdammt smart und unartig, aber wir hatten einen Mordspaß mit ihm. Anbei habe ich einen Nachruf für 'Charly' beigelegt und zwei Bilder von Hansi Bilitza. Ich bin der Meinung, Ihr solltet einen kleinen Platz in Eurer 'Rundschau' für die Bekanntmachung finden. So viele PRAKLAner und GEOMECHANIKer sollen informiert werden, was aus 'Charly' geworden ist. – OK??"

OK!:

"Am 8. Februar 1984 verstarb unser Camp-Schimpansen 'Charly' durch einen tragischen Unfall in seinem 4. Lebensjahr. 'Charly' war drei Jahre lang unser bester Freund und hat so manchen Trupp-Kollegen in schwieriger Situation wieder zum Lachen gebracht.

Unsere tiefe Anteilnahme gilt 'Charlys' Angehörigen im ghanaischen Dschungel."

Basiscamp Aboaso

Es ist seit langem bekannt . . .

. . . daß es Sinn hat, wissenschaftliche Verlautbarungen, seien sie geschrieben oder gesprochen, auf jene Sätze hin abzuklopfen, die einen Sachverhalt signalisieren, der sich in der Regel nur den Geweihten oder Eingeweihten offenbart. Ein renommierter **Universitätsprofessor** war so freundlich, uns Hilfestellung anzubieten, indem er uns einen Auszug aus seinem 'Dictionary of Useful Research Phrases' – zu deutsch etwa 'Verzeichnis nützlicher Sätze Forschungsvorhaben betreffend' – zukommen ließ. Wir finden diese Zusammenstellung aufschlußreich genug, um sie in der Originalfassung wiederzugeben, in englisch:

It has long been known . . .

. . . that it makes sense to scrutinize every clause of scientific declarations, whether written or spoken, which hint at facts that generally can be understood only by people in the know. A renowned **University Professor** was friendly enough to offer his assistance by sending us an extract from his 'Dictionary of useful Research Phrases'. We found this compilation quite illuminating; here it is:

- "It has long been known . . ." • I didn't look up the original reference.
- "A definite trend is evident . . ." • These data are practically meaningless.
- "While it has not been possible to provide definite answers to these questions . . ." • An unsuccessful experiment, but I still hope to get it published.
- "Three of the samples were chosen for detailed study . . ." • The results of the others didn't make any sense.
- "Typical results are shown . . ." • The best results are shown.
- "These results will be shown in a subsequent report . . ." • I might get around to this sometime if I'm pushed.
- "The most reliable results are those obtained by Jones . . ." • He was my graduate assistant.
- "It is believed that . . ." • I think.
- "It is generally believed that . . ." • A couple of other guys think so too.
- "It is clear that much additional work will be required before a complete understanding of the phenomenon occurs . . ." • I don't understand it.
- "Correct within an order of magnitude . . ." • Wrong!
- "It is hoped that this study will stimulate further investigation in this field . . ." • This is a lousy paper, but so are all the others on this miserable topic.
- "Thanks are due to Joe Blotz for assistance with the experiment and to George Frink for valuable discussions . . ." • Blotz did the work and Frink explained to me what it meant.
- "A statistically oriented projection of the significance of these findings . . ." • A wild guess.
- "A highly significant area for exploratory study . . ." • A totally useless topic selected by my committee.

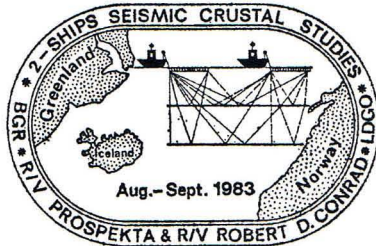
Wenn Sie nun noch in der Lage sind, das bißchen Mathematik zu entschlüsseln, das zwischen den hier zusammengestellten Sätzen vorkommen mag, dann dürfte Ihnen für eine genußreiche Lektüre von Fachartikeln eigentlich nichts mehr im Wege stehen. Oder?

Die Redaktion

Now, if you are capable of decoding the little bit of mathematics which might crop up between the above clauses then nothing should prevent you from perusing scientific articles with great pleasure. Or maybe not?

Von Norwegen nach Grönland –

Seismische Untersuchung der tieferen Erdkruste



Die tiefere Kruste unseres Planeten rückt immer stärker ins Zentrum des Interesses nicht nur der Geowissenschaftler sondern auch der 'Administrationen'. Weltweit laufen Projekte, die sich die Erforschung der Erdkruste bis hinab zum Erdmantel vorgenommen haben.

Zur seismischen Erfassung erheblicher Tiefen sind große Auslagenlängen anzustreben. Auf dem Land ist diese Forderung viel leichter zu erfüllen als auf dem Wasser: den Streamerlängen sind technische und operative Grenzen gesetzt. Man kann sich behelfen, indem man zwei komplette Meßschiffe als Einheit behandelt und simultan einsetzt.

In Report 1/82 berichtete G. Müller über eine Messung dieser Art, ausgeführt im Nordatlantik im Sommer 1981. Auch im folgenden ist von einer Zwei-Schiff-Messung die Rede, diesmal im Europäischen Nordmeer zwischen Norwegen und Grönland durchgeführt. Zeit der Handlung: Spätsommer 1983. Wieder dabei: unsere PROSPEKTA. Und der Autor wie damals: Fahrleiter G. Müller.

Unsere Auftraggeber waren die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) und das Lamont Doherty Geological Observatory (LDGO) der Columbia Universität, New York, wie schon 1981. Nur die FRED H. MOORE war nicht mehr mit von der Partie, an ihre Stelle war die ROBERT D. CONRAD getreten. Am 13. Juli 1983 startete die PROSPEKTA von Bremerhaven aus in Richtung Bergen, wo sie mit der CONRAD zusammentraf.

ROBERT D. CONRAD im Hafen von Bergen
ROBERT D. CONRAD in Bergen harbour



PROSPEKTA im Hafen von Sandnessjoen, Norwegen
PROSPEKTA in Sandnessjoen, Norway

From Norway to Greenland – Deep Crustal Seismic Investigation

The earth's lower crust is becoming increasingly important not only for the geoscientists but also for the 'administrations'. Worldwide, projects are being undertaken which are concerned with the exploration of the earth's crust down to the mantle.

The seismic investigation of such great depths requires large spread lengths. On land this requirement is a great deal easier to fulfil than at sea, as the length of streamer is limited due to technical and operational reasons. To overcome this limitation two complete survey ships can be simultaneously operated as a single unit.

In REPORT 1/82 G. Müller described a survey of this kind carried out in the North Atlantic in summer 1981. In the following a two-ship survey is once more the topic, this time executed in the Norwegian Sea between Norway and Greenland. The time was late summer 1983. Again the PROSPEKTA was involved, and the author is once more party chief G. Müller.

We were working for the Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR, Federal Institute for Geosciences and Natural Resources) and the Lamont Doherty Geological Observatory (LDGO) of the Columbia University, New York, as in 1981. The FRED H. MOORE was not present this time, her place was filled by the ROBERT D. CONRAD. On 13th July 1983 the PROSPEKTA left Bremerhaven for Bergen, where she met the CONRAD.

Die Meßmethoden finden sich in REPORT 1/82 mit einer Prinzipskizze erläutert. Auch diesmal setzten wir auf die gleichen Verfahren:

- ▷ **Wide-Aperture-CDP-Profilung.** Dabei wird ein 9000 m langes Meßkabel simuliert. Jedes der Schiffe zieht einen 3000 m langen Streamer hinter sich her, wobei der Anfang des zweiten Streamers dem Ende des ersten in exakt 3000 m Abstand folgt und beide Schiffe abwechselnd schießen. Somit ergibt sich auch bei übertiefen Reflexionen ein deutliches Moveout.
- ▷ **Expanding-Spread-Profilung.** Beide Schiffe fahren aus einer Distanz von 80 km auf einen gemeinsamen Profilmittelpunkt zu. Entscheidend ist, daß die Abstände beider Schiffe zum Profilmittelpunkt zu jedem Zeitpunkt gleich sind. Eins der Schiffe schießt, das andere registriert. Läuft die Operation nach Plan, trifft sich das Zentrum des Luftpulser-Arrays des einen Schiffes mit dem Streamerzentrum des anderen genau im Profilmittelpunkt. Gleichmäßig bewegen sich die Schiffe nun wieder auseinander und erreichen die jetzt vertauschten Ausgangspunkte zeitgleich. Selbstredend registriert auch das 'Schuß-Schiff' die Reflexionen, so daß neben dem Expanding-Spread-Profil auch ein Standard-CDP-Profil entsteht.



Aufrüstung der Antennen in Bergen für die Zwei-Schiff-Messung
Antennae installation in Bergen for the two-ship survey

Beide Methoden erfordern ein überaus präzises Navigieren und Positionieren und eine nicht minder exakte Synchronisierung der Schußauslösung und Registrierung.

Vom 15. bis 18. August 1983 lagen die CONRAD und die PROSPEKTA Seite an Seite im Hafen von Bergen. Die für eine Zwei-Schiff-Messung erforderlichen Geräte waren einzubauen, als da sind: Electronic-Direction-Finder zur genauen Richtungsmessung, Miniranger und Raydist zur Entfernungsbestimmung, von Atomfrequenz-Normale gesteuerte Digitaluhren, ZXDD-Schußauslöse-Systeme mit den zugehörigen UKW-Radios, Sonobojen-Empfänger für Refraktionsmessungen, Peilempfänger zur Ortung der Kabel-Endbojen.

Eine Endboje von PRAKLA-SEISMOS wird von der CONRAD aus Testgründen zu Wasser gelassen (Bergen)

A PRAKLA-SEISMOS tail-buoy being lowered into the water from CONRAD for testing (Bergen)

The survey methods were described in REPORT 1/82 with the aid of some diagrams. This time the same techniques were applied:

- ▷ **Wide-Aperture-CDP Profiling.** Here a 9000 m long streamer is simulated. Both ships pull 3000 m long streamers in such a way that the beginning of the second streamer is exactly 3000 m behind the end of the first. The two ships shoot alternately. Consequently, even deep crustal reflections exhibit distinct moveouts.
- ▷ **Expanding-Spread Profiling.** Both ships cruise from opposite starting points 80 km along a line towards a midpoint. It is important that the distances of both ships to the midpoint are the same at all times. While one ship shoots



Service-Techniker S. Brosch auf der CONRAD. Die geneigte Kopfhaltung und die Schlinge rechts im Bild stehen nicht in ursächlichem Zusammenhang (Bergen)

Service technician S. Brosch on board CONRAD. His hanging head and the noose on the right have nothing to do with one another (Bergen)





*Stadt und Hafen von Bergen
Town and harbour of Bergen*



ROBERT D. CONRAD auf Gegenkurs bei einer Expanding-Spread-Messung
ROBERT D. CONRAD on reciprocal course during expanding-spread profiling



PROSPEKTA auf Meßfahrt durch Treibeis vor Ostgrönland
PROSPEKTA surveying through drift-ice off East Greenland

Die Installation der verschiedenen Antennen hatte bei typischem Bergen-Wetter zu erfolgen, was heißt: bei ständigem Regen.

Am Nachmittag des 18. August liefen beide Schiffe aus mit den Gästen A. Popovici von der BGR und P. Buhl vom LDGO an Bord der PROSPEKTA. Zwei Tage gingen hin mit dem Ausbalancieren der Streamer und dem Durchprüfen aller Systeme, dann konnten die Messungen am norwegischen Schelfrand westlich von Aalesund beginnen. Das Meßgebiet erstreckte sich bis 200 Seemeilen westlich der Lofoten. Gemessen wurden Expanding-Spreads und Wide-Aperture-CDP-Profile, letztere in Verbindung mit Refraktionsaufnahmen via Sonobojen. Hierbei werden die empfangenen Signale per Funk zum Meßschiff gesendet. Die 'Umzüge' von einem Profil zum nächsten nutzte die PROSPEKTA zum Schießen von Standard-CDP-Linien.

Die Navigation klappte auf Anhieb. Mit einem zusätzlichen Navigationsrechner (HP 9845 B mit Video-Display) an Bord der PROSPEKTA wurden die relativen Positionen beider Schiffe errechnet und dargestellt. Durch Änderungen des Kurses und der Schiffsgeschwindigkeiten waren das gleichmäßige Aufeinanderzufahren bei Expanding-Spreads und das präzise Hintereinanderfahren bei Wide-Aperture-CDP-Profilen zu gewährleisten.

the other records. If the operation goes according to plan, the centre of the airgun array of the one ship and the streamer centre of the other cross the midpoint at exactly the same time. The ships maintain their speed, now cruising away from one another, and simultaneously reach the interchanged starting points. Naturally the 'shooting ship' too records the reflections so that besides the expanding-spread line a standard CDP line is obtained.

Both methods demand extremely precise navigation and positioning and a no less exact synchronization of the shot release and recording.

From the 15th to 18th August 1983 the CONRAD and PROSPEKTA lay side by side in Bergen harbour. The equipment necessary for a two-ship survey had to be installed, namely: electronic direction-finder, Miniranger and Raydist for the distance determination, digital clocks controlled by

Vorarbeiten...



Preliminaries...

*Der Radar-Reflektor im Bau
The radar reflector under construction*



The buoy being lowered

**Improvisation an Bord
eines Meßschiffes:
eine Endboje wird gebaut**



Am Haken...

On the hook...

**Improvisation on board
a survey vessel:
a tail-buoy is built**



Im Wasser...

In the water...



PROSPEKTA mit ausgestellten Flächen-Arrays in freiem Wasser
PROSPEKTA towing wide-spread arrays in open water

Vom 27. bis 30. August mußten wir die Messungen wegen Schlechtwetter unterbrechen. Südwestwind bis Stärke 9 erzeugte eine 4 bis 5 m hohe Dünung, wobei die Kabel-Endboje der CONRAD verlorenging.

Der erste Meßabschnitt war am 7. September beendet. Die Schiffe liefen den norwegischen Hafen Sandnessjøen an. Personalwechsel. Verabschiedung auch der von jetzt an nicht mehr benötigten Spezialisten. Am Abend kleine Party auf der PROSPEKTA. Diskussion über Restprobleme und Festlegung des weiteren Meßverlaufs. J. Mutter, Projektleiter vom LDGO (im REPORT 1/82 verewigt, wie er gerade eine Sonoboje über Bord stößt), erhält einen PRAKLA-SEISMOS-Wimpel, die PROSPEKTA-Crew als Gegengabe Schirmmützen mit dem CONRAD-Emblem – es geht zu wie bei einem Fußballfreundschaftsspiel.

Am 8. September laufen wir zum zweiten Meßabschnitt aus, Richtung Ostgrönland. Dr. H. Meyer vertritt die BGR an Bord. Am 11. 9. werden die Messungen bei 75° Nord und 11° West an der Treibeisgrenze wieder aufgenommen. Treibeis kommt in vielen Varianten vor, wie unsere Fotos zeigen, und engt den Bewegungsspielraum ein. Die Lufttemperatur sinkt auf -4°C . Schneetreiben und beginnende

atomic frequencies, ZXDD shot-release systems with the appropriate VHF-radios, sonobuoy receivers for refraction surveys, radio receivers for positioning the tail-buoys. The installation of the various antennae was made during typical Bergen weather conditions, that means during continuous rain.

On the afternoon of the 18th August both ships put out to sea, with A. Popovici of the BGR and P. Buhl of the LDGO on board the PROSPEKTA. Two days were spent balancing the streamer and checking all the systems, then surveying could begin at the Norwegian shelf margin west of Aalesund. The survey area extended 200 nautical miles to the west of the Lofoten Islands. Expanding spreads and wide-aperture-CDP lines were surveyed, the latter together with refraction measurements using sonobuoys. For that the signals received are transmitted to the survey ship via radio. The PROSPEKTA used the 'move' from one line to the next for shooting standard CDP lines.

The navigation worked well at the first attempt. The relative positions of the two ships were calculated and displayed by an additional navigation computer (HP 9845 B with video display) on board the PROSPEKTA. Appropriate course and speed alterations guaranteed the uniform approach on expanding spreads and the precise alignment on wide-aperture-CDP lines.

Sturm...
Storm...



Eis...
Ice...



und Schnee
and Snow





Treibeis. Durch das Stoßen und Reiben aneinander werden die Schollen abgerundet, die Ränder hochgebogen
Drift-ice. Perpetual buffeting rounds the floes and raises the edges

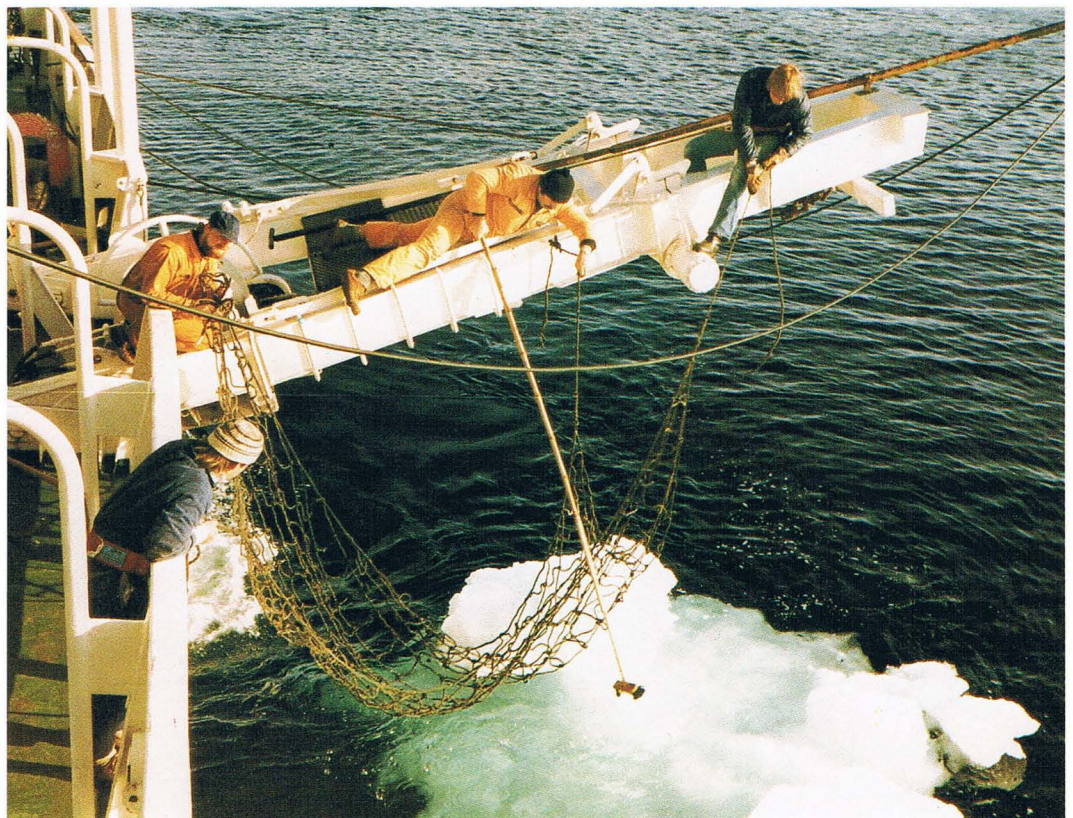
We had to interrupt surveying from the 27th to 30th August owing to bad weather. Southwest winds up to force 9 produced a 4 to 5 m high swell, which caused the loss of the CONRAD's tail-buoy.

The first part of the survey was completed on the 7th September. The ships put in at the Norwegian port of Sandnessjoen. Then – crew change. Goodbye to the specialists no longer required. In the evening small party on board PROSPEKTA. Discussion of remaining problems and the rest of the survey. J. Mutter, LDGO project manager (shown in REPORT 1/82 throwing a sonobuoy overboard), was presented with a PRAKLA-SEISMOS pendant, the PROSPEKTA crew in return with baseball caps embroidered with the CONRAD emblem – as if a friendly soccer match were starting.

On the 8th September we put to sea and headed towards East Greenland for the second part of the survey. Dr. H. Meyer represented the BGR on board. On the 11th, surveying was restarted at 75°North, 11°West at the drift-ice boundary. Drift-ice occurred in various forms and restricted manoeuvrability. The air temperature dropped to –4°C. Blizzards and the icing-up of the ship made these latitudes very unpleasant. On the 12th September we reached the northernmost point of the cruise with 76°17'N, 07°17'W. Water temperatures of 0 to –2°C caused the airguns to be a little sluggish when 'gunned into action'. Rough sea and weather conditions hindered surveying. Wind strengths of up to force 9 and a swell of 6 m presented the inhospitable side of the Norwegian Sea.

Finally, by the 23rd September 1983, several thousand kilometres of seismic and gravity data were on tape. The ships parted. The setting sun shone on the mountains along Greenland's Livingstone coast and made its peace with us. The PROSPEKTA headed for home.

Bergung von Eis für den abendlichen Whisky. Kein Scherz sondern echter Seefahrer-Snobismus
Ice recovery for the nightcap. No joke but real seafaring snobbery





PROSPEKTA und ROBERT D. CONRAD im Hafen von Sandnessjoen, Norwegen

PROSPEKTA and ROBERT D. CONRAD in Sandnessjoen harbour, Norway

Vereisung des Schiffes machen diese Breiten ungemütlich. Am 12. September erreichen wir mit 76°17'N und 07°17'W den nördlichsten Punkt unserer Meßfahrt. Bei Wassertemperaturen von 0 bis -2° C sind die Luftpulsar nur sehr träge 'in Gang' zu schießen. See und Wetter werden rau und behindern die Messungen. Windstärken bis 9 und 6 m hohe Dünung zeigen uns das Nordmeer von seiner unwirtlichsten Seite.

Dennoch, am 23. September 1983 sind einige tausend Kilometer Seismik und Gravimetrie im Kasten, will sagen: auf dem Band. Die Schiffe trennen sich. Die untergehende Sonne bescheint die Berge der Livingstone-Küste Grönlands und macht ihren Frieden mit uns. Die PROSPEKTA geht auf Heimatkurs.



*Versöhnlicher Ausklang –
Die Berge der Livingstone-Küste, Grönland
Conciliating end –
Mountains along the Livingstone coast, Greenland*

(Fotos: G. Müller u. H.-J. Ungoreit)

INDEX

Technisch-wissenschaftliche Artikel,
PRAKLA-SEISMOS REPORT, Jahrgang 1983

SEISMIK

- | | |
|-----------------------|---|
| B. Wiest | Scherwellenseismik – Die Grundlagen |
| Dr. H. A. K. Edelmann | 1 + 2/83, S. 16 – 24 |
| J. Schmoll | |
| Dr. H. A. K. Edelmann | Scherwellenseismik – Die Datenerfassung |
| J. Schmoll | 3 + 4/83, S. 6 – 17 |
| U. Stöner | Schußseismik in Eindhoven, Holland |
| | 3 + 4/83, S. 27 – 28 |

DATENVERARBEITUNG / INTERPRETATION

- | | |
|-----------|---|
| A. Glocke | COMSEIS –
Computergesteuertes seismisches
Auswertungssystem |
| | 3 + 4/83, S. 18 – 20 |

INDEX

Technical-scientific articles in English,
PRAKLA-SEISMOS REPORT, year 1983

SEISMICS

- | |
|--|
| Shear-Wave Seismics – The Fundamentals |
| 1 + 2/83, p. 16 – 24 |
| Shear-Wave Seismics – The Data Acquisition |
| 3 + 4/83, p. 6 – 17 |
| Explosive Seismics in Eindhoven, Holland |
| 3 + 4/83, p. 27 – 28 |

DATA PROCESSING / INTERPRETATION

- | |
|--|
| COMSEIS –
Computer-aided Seismic Interpretation
System |
| 3 + 4/83, p. 18 – 20 |

	INSTRUMENTE, VERFAHREN	DEVICES, SYSTEMS, PROCEDURES
G. Keppner	FLUNDER II, jüngste Flachwassereinheit der PRAKLA-SEISMOS 3 + 4/83, S. 20 – 23	FLUNDER II, newest PRAKLA-SEISMOS shallow-water ship 3 + 4/83, p. 20 – 23
G. Braun	SAGAR KANYA, ein indisches Forschungsschiff, in der Bundesrepublik Deutschland gebaut und ausgerüstet 3 + 4/83, S. 24 – 26	SAGAR KANYA, an Indian research vessel built and equipped in Germany 3 + 4/83, p. 24 – 26
J. Ragge	Was ist VERIBO? 3 + 4/83, S. 46 – 48	–
	REPORTAGEN UND BERICHTE	REPORTS
RED	Die Weihe des Hauses, gefeiert am 28. Januar 1983 1 + 2/83, S. 3 – 15	Our Building's Inauguration, celebrated on 28th January 1983 1 + 2/83, p. 3 – 15
Dr. D. Menck	Der Anbau in Uetze 1 + 2/83, S. 25 – 26	The Extension in Uetze 1 + 2/83, p. 25 – 26
G. Keppner	Dr. Rolf Garber aus dem aktiven Dienst ausgeschieden 1 + 2/83, S. 27 – 34	Dr. Rolf Garber retired from PRAKLA-SEISMOS 1 + 2/83, p. 27 – 34
Dr. R. Garber	25 Jahre PRAKLA-SEISMOS REPORT 1 + 2/83, S. 34 – 36	PRAKLA-SEISMOS REPORT 25 Years Old 1 + 2/83, p. 34 – 36
G. Keppner	Dr. Rudolf Köhler 75 1 + 2/83, S. 36 – 37	Dr. Rudolf Köhler 75 Years Old 1 + 2/83, p. 36 – 37
H.-D. Kühn	Kiellegung der FLUNDER II 1 + 2/83, S. 37 – 38	FLUNDER II – Attaching the Keel 1 + 2/83, p. 37 – 38
M. Kornagel H. Werner	Flachwassermessung vor Tunesien – oder: Flacher geht's nicht mehr! 1 + 2/83, S. 42 – 54	Shallow-Water Survey off Tunisia – or: Could it be more shallow?! 1 + 2/83, p. 42 – 54
W. Voigt	Die Wahl des Aufsichtsrats und seine Konstituierung 3 + 4/83, S. 31 – 32	–
RED	Bernhard Fiene – 25jähriges Dienstjubiläum 3 + 4/83, S. 33 – 35	Bernhard Fiene – 25 Years with PRAKLA-SEISMOS 3 + 4/83, p. 33 – 35
RED	Dr. Hermann Buchholtz 25 Jahre dabei 3 + 4/83, S. 35	Dr. Hermann Buchholtz completes 25 years 3 + 4/83, p. 35
RED	Klaus Ritter aus dem aktiven Dienst der PRAKLA-SEISMOS ausgeschieden 3 + 4/83, S. 36	–
RED	Dr. Waldemar Zettel 80 Jahre 3 + 4/83, S. 37 – 41	Dr. Waldemar Zettel 80 Years Old 3 + 4/83, p. 37 – 41
Dr. W. Zettel	Dr. Rolf-Heinz Gees zum Gedenken 3 + 4/83, S. 42 – 43	In Memory of Dr. Rolf-Heinz Gees 3 + 4/83, p. 42 – 43
G. Keppner	Dr. Otto Geußenhainer † 3 + 4/83, S. 45 – 45	Dr. Otto Geußenhainer † 3 + 4/83, p. 43 – 45
G. Keppner	Dr. W. Kolb † 3 + 4/83, S. 45 – 46	Dr. W. Kolb † 3 + 4/83, p. 45 – 46
RED	Prominenz zu Gast 3 + 4/83, S. 48	–
RED	Betriebsfest im Kuppelsaal der Stadthalle Hannover 3 + 4/83, S. 49 – 51	–
H.-J. Ueberschar	Arbeitsunfall – muß das sein? 3 + 4/83, S. 52 – 54	–
W. Sandomeer	Ghana – 3000 Brunnen gebohrt 3 + 4/83, S. 55 – 68	Ghana – 3000 wells drilled 3 + 4/83, p. 55 – 68
	TAGUNGEN, AUSSTELLUNGEN	MEETINGS, EXHIBITIONS
G. Keppner	Truppleitertreffen 1983 1 + 2/83, S. 39	–
H.-J. Körner	EAEG in Oslo 3 + 4/83, S. 28 – 31	EAEG in Oslo 3 + 4/83, p. 28 – 31

