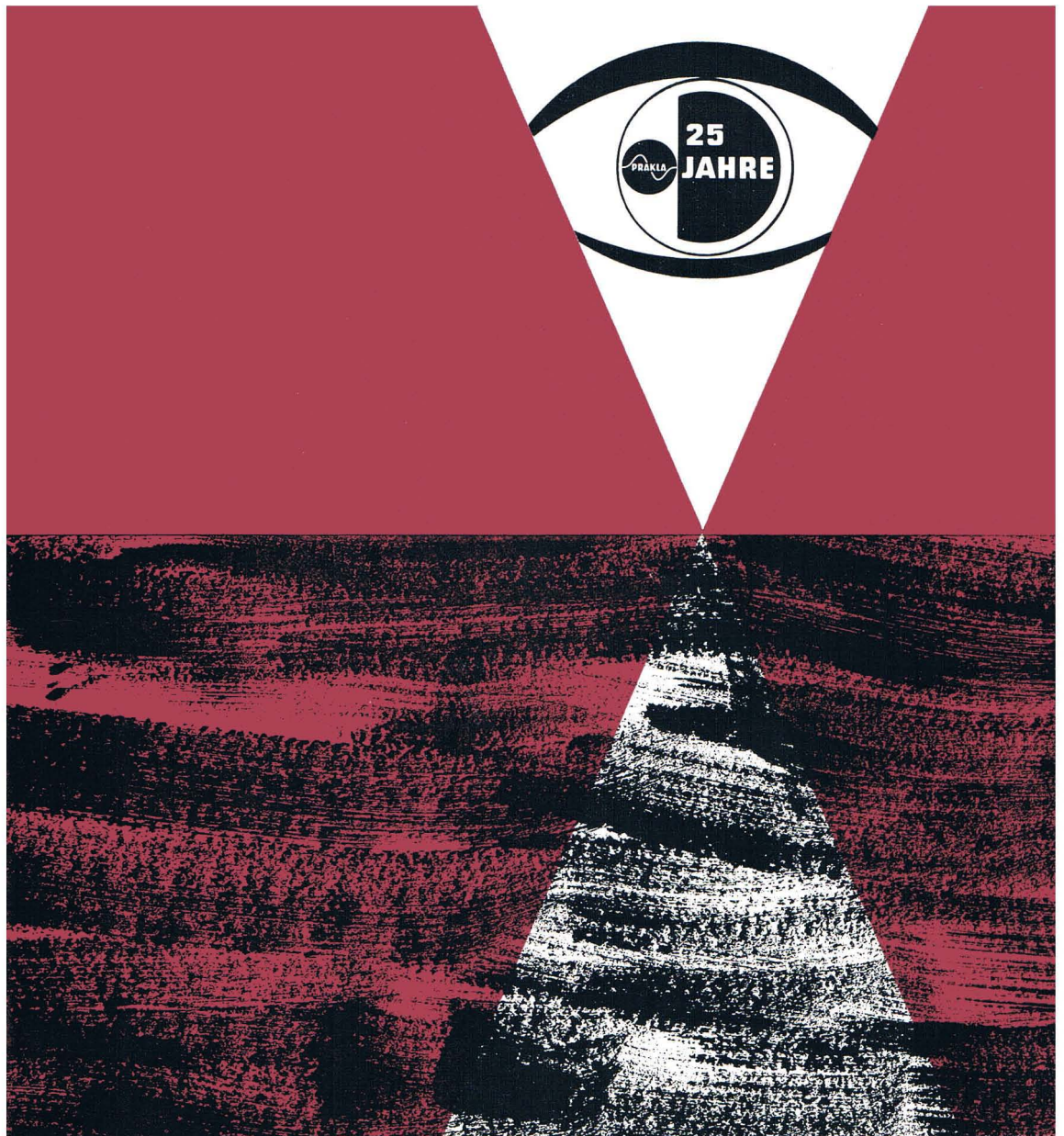


5. Jahrgang Nr. 3

1962



RUNDSCHAU



19

SONDERAUSGABE FOLGE II



Inhalt der Folge II:

- | | |
|------------------------|--|
| H. Schrader: | Die Jubiläumsfeiern unserer PRAKLA
am 23. März 1962 |
| R. Köhler: | Seismik |
| G. Pott: | Das Rechenzentrum |
| H.-J.-Trappe: | Das Abspielzentrum |
| D. Boie · J. Thomas: | Land-Magnetik |
| F. Heimburg · G. Suhr: | Geoelektrik |
| R. Köhler: | Die Seismik im Spiegel der Lokalpresse |

Herausgeber: PRAKLA Gesellschaft für praktische Lagerstättenforschung G. m. b. H., Hannover, Haarstraße 5

Schriftleitung und Zusammenstellung: Dr. R. Köhler

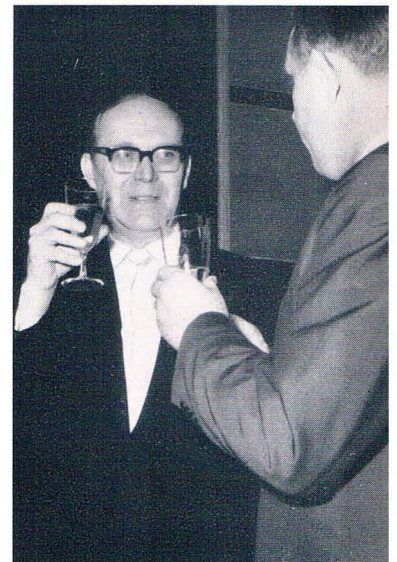
Graphische Gestaltung: Kurt Reichert

Technische Abwicklung: Dr. O. Geußenhainer

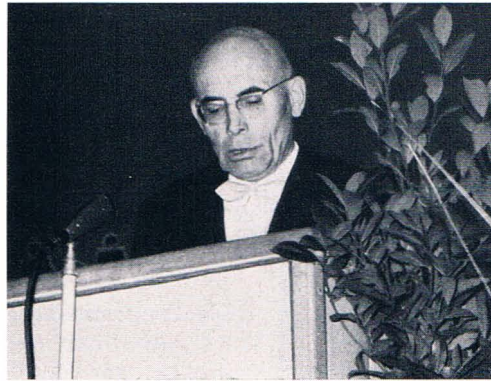
Fototechnische Mitarbeit: H. Heberger

Satz und Druck: Druckerei Caspaul

Druckstöcke: A. Madsack & Co., Graphische Kunstanstalten



Die Jubiläumsfeiern unserer PRAKLA am 23. März 1962



Zur Feier des 25 jährigen Bestehens unserer Gesellschaft hatte die Geschäftsleitung alle im Inland tätigen Betriebsangehörigen nach Hannover gerufen. Aus naheliegenden Gründen konnten die im Ausland eingesetzten Wissenschaftler und Techniker an unserer Feier in der Zentrale nicht teilnehmen. Für sie vor allem sei der Ablauf unseres schönen Festes in Hannover kurz geschildert.

Am Vormittag des 23. März 1962 fand im Hauptgebäude der PRAKLA ein Empfang für die zahlreich erschienenen Gratulanten statt. Die Geschäftsführer nahmen die Glückwünsche

des Verwaltungsrates, der Abordnungen unserer Auftraggeber, der Belegschaft – vertreten durch die Leiter aller deutschen PRAKLA-Meßtrupps – und der Freunde des Hauses entgegen. Zur selben Zeit hatte Dr. Heimburg die Betreuer und anwesenden Truppleiter zu einer Besprechung im großen Auswerteraum zusammengerufen.

Am späten Nachmittag versammelten sich die 435 Teilnehmer an der Jubiläumsfeier – darunter 25 Ehrengäste – in den festlich geschmückten Räumen der Maschseegaststätten.

In seiner lebendigen und interessanten Begrüßungsrede schilderte Dr. Zettel zunächst die Entwicklung unserer Gesellschaft in den 25 Jahren ihres Bestehens. Er hob dabei jene Zeitabschnitte besonders heraus, in denen es sich immer wieder erwies, daß es bei einem Unternehmen wie dem unseren auf seine Menschen ankommt, auf ihr Fachwissen, ihre Erfahrung und auf die Einsatzbereitschaft, mit der sie sich zur Verfügung stellen.

Dr. Zettel konnte weiter feststellen, daß die Feier auch ein „richtiges“ Betriebsfest sei, weil sie die Angehörigen der hannoverschen Zentrale mit den fast vollzählig erschienenen Mitgliedern wenigstens der deutschen Außenbetriebe vereine.

Mit Worten herzlicher Begrüßung wandte sich Dr. Zettel am Schluß seiner mit großem Beifall aufgenommenen Rede zuerst an die Herren, die früher unserer PRAKLA angehörten und die sich, wie ihr Erscheinen bewies, ihrer früheren Wirkungsstätte noch immer verbunden fühlen. Weitere Begrüßungsworte galten einer starken Delegation des Verwaltungsrates, in erster Linie dem Vorsitz, Präsident Prof. Dr. Bentz und dem stellvertretendem Vorsitz, Ministerialrat Dr. Mollat. Herr Regierungsdirektor Dr. Lauffs vom Bundesschatzministerium wurde als Repräsentant des Eigentümers der PRAKLA besonders willkommen geheißen.

Dr. Zettel schloß seine Rede mit folgenden Worten:

„Nur mit ihren Gedanken bei uns sein können dagegen die Angehörigen unserer Betriebe im Ausland. Ihnen allen, die sie

in Holland,	Libyen,
der Schweiz,	Ägypten,
in Österreich,	und Äthiopien,
Spanien,	in der Türkei,
Italien,	in Indien
in Algerien,	und in Brasilien

für uns tätig sind, gilt unser Gedenken und unser Gruß: Gemeinsam wollen wir die nächsten 25 Jahre unserer PRAKLA in Angriff nehmen, **Glückauf!**“



SEISMIK

IHRE ENTWICKLUNG VON 1938 BIS 1962



Dr. Trappe

War die **Refraktions-Seismik** von Prof. Mintrop bereits zu Beginn der Zwanziger Jahre in Deutschland entwickelt und in Nordamerika durch deutsche Wissenschaftler mit großem Erfolg eingesetzt worden, so dauerte es doch noch über ein Jahrzehnt bis in der **Reflexions-Seismik** praktisch wirklich brauchbare Ergebnisse erzielt wurden. In der PRAKLA wurde im Jahre 1938 zunächst die Refraktionsseismik durch Dr. Müller und nach Übernahme der seismischen Abteilung durch Dr. Trappe auch die Reflexions-

seismik in das Untersuchungsprogramm der Gesellschaft aufgenommen. Wir sind in der sicherlich nicht alltäglichen Lage, bei der Rückschau auf die Entwicklung der Reflexionsseismik seit Gründung unserer PRAKLA einen Zeitabschnitt betrachten zu können, der ungefähr von den ersten Erfolgen auf

Geräte in den betriebseigenen Werkstätten in Brieselang. Es läßt sich heute nicht mehr mit Sicherheit feststellen, wo diese erste reflexionsseismische Apparatur erstmalig eingesetzt wurde, doch ist die Wahrscheinlichkeit sehr groß, daß dies in Ostfriesland am Salzstock von Friedeburg geschehen ist. Jedenfalls ist der

BERICHT

über

reflexionsseismische Untersuchungen

am

Salzstock von Friedeburg (Ostfriesland)

ausgeführt für die

Preußische Bergwerks- und Hütten A. G., Zweigniederlassung

Erdöl- und Bohrverwaltung Hannover

von der

Gesellschaft für praktische Lagerstättenforschung G. m. b. H.

Berlin W 8

Bearbeiter:

Dr. Fr. Trappe – Dr. L. Ruprecht – Dr. H. Schnell



Betriebsstätte Brieselang



Wickeln einer Spule im Labor

dem Gebiet dieses wichtigsten Zweiges der angewandten Geophysik über seine Weiterentwicklung bis zu dem heutigen hohen technischen und methodischen Stand reicht. In Zusammenarbeit von Dr. Trappe, Dr. Zettel und W. Müller entstanden alle für den ersten Reflexionstrupp erforderlichen

der älteste Reflexionsbericht, der in einer noch vorhandenen Statistik alter Berichte der PRAKLA enthalten ist. Ein weiterer Hinweis für diese Annahme dürfte in der Tatsache zu sehen sein, daß mit dem Bau der Instrumente erst Mitte 1938 begonnen wurde und der Auftrag lt. Berichtstext vom

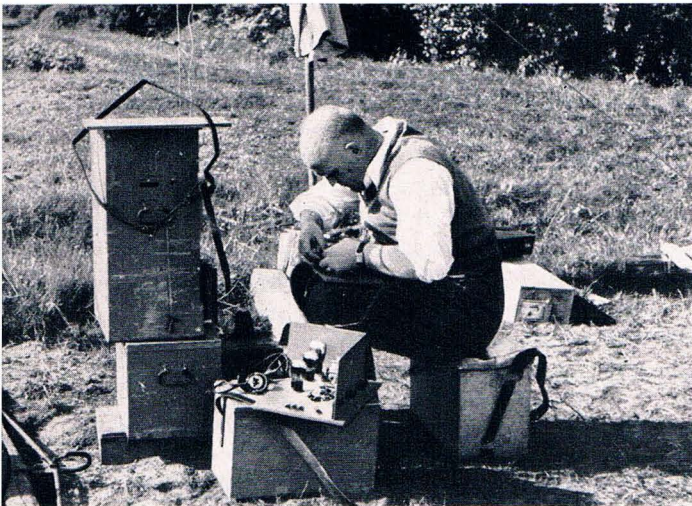
1938

24. September bis 23. Dezember 1938 durchgeführt worden ist. Weitere – allerdings ungenannte – Mitarbeiter an dieser wahrscheinlich ersten Reflexionsuntersuchung der PRAKLA waren Dr. H. Menzel und Dr. R. Köhler. Der Verfasser dieser Zeilen erinnert sich noch gut einer Debatte aller Beteiligten in „Oltmanns Gasthof“ in Friedeburg, in der festgestellt wurde, daß die Zahl von fünf Wissenschaftlern für die Unterzeichnung als Verfasser eines Berichtes von einigen Schreibmaschinenseiten wohl doch etwas zu groß sei. Der Berichtstext wurde fast allein von Dr. Trappe verfaßt, der die geophysikalische Ausdrucksweise schon damals vollendet beherrschte, wie seine Mitarbeiter bewundernd anerkannten. Von den drei im Bericht genannten Bearbeitern lebt heute keiner mehr.

In der Refraktionsseismik wurde zunächst noch an der Registrierung mit mechanischen Einzelseismographen in je einem Beobachtungszelt festgehalten. Dr. Brockamp hatte diese Seismographen nach dem Wiechertschen Prinzip entwickelt. Gegen mancherlei Bedenken und gewisse Widerstände wurde die elektrische Zentralregistrierung durch Dr. Trappe bald eingeführt. Die Übertragung des Schubmomentes geschah, auch bei größeren Entfernungen zwischen

Die Auswertetechnik in der Refraktionsseismik war bereits in jener Zeit auf einem verhältnismäßig hohen Stand, da sie eine im Vergleich zur Reflexionsseismik lange „Tradition“ hatte. Anders sah es in der Reflexionsseismik aus. Die Amerikaner hatten zwar, wie wir heute wissen, einen bereits beachtlichen Stand in der methodischen und instrumentellen Entwicklung erreicht; doch diese war uns wegen der strengen Geheimhaltung und der gegenüber dem Ausland zu jener Zeit bereits weitgehend durchgeführte Abkapselung von Wirtschaft und Wissenschaft nicht zugänglich. Wir waren in der Entwicklung auf uns allein gestellt. Dies hatte wegen des fehlenden Gedanken- und Ergebnisaustausches gewiß seine Nachteile, bedeutete aber besonders für die Reflexionsseismiker jenes starke Schaffenserlebnis, das eben nur dem am Aufbau und an der Entwicklung aktiv Mitwirkenden zu Teil werden kann. In systematischer Arbeit im Labor und oft recht lebhaften Diskussionen im Gelände wurden die Grundlagen geschaffen, die heute jedem Seismiker selbstverständlich sind.

Unsere ersten seismischen Apparaturen waren in geländegängigen Kastenwagen der Type Phänomen-Granit 25 eingebaut. Die Apparaturen hatten zwar nur acht Verstärker, allerdings von einem Gewicht und mit Dimensionen, die einen so großen Wagen erforderlich machten. Jede Spur führte ein „Eigenleben“. Vom etwa vier Pfund schweren Seismographen führte ein zweiadriges Einzelkabel in den



A. Klopp repariert den Sender



Phänomen Granit 25, erster Registrierwagen

Schußpunkt und Registrierstation, noch durch Kabel. An der Entwicklung der Sender und Empfänger für die drahtlose Verbindung zwischen Schußbohrung und Registrierwagen hatte bald danach G. Schwiening wesentlichen Anteil.

Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit wurden zeitweilig mehrere Meßwagen an einem Objekt gleichzeitig eingesetzt wie z. B. im Jahre 1939 in Gifhorn, wo drei Meßstationen mit je acht Seismographen in 100 m Abstand in Profillinie angeordnet waren; so konnten etwa zwei Aufstellungskilometer mit einem Schuß vermessen werden.

Meßwagen zu dem in einem Einzelgehäuse untergebrachten Verstärker und von da zu einer für unsere heutigen Begriffe riesigen Meßschleife. Die einzelnen Kabel liefen durch das um einen Schlitz geöffnete Fenster in das Innere des Führerhauses und weiter durch eine Klappe in die Meßkabine, die wegen des offenen Lichtweges zwischen Meßschleifen und Registrierpapier bei der Aufnahme verdunkelt werden mußte.

Bei sehr schwierigem Gelände wurde die Apparatur gelegentlich auch in einem einachsigen Kasten-Anhänger eingebaut und an zwei bis vier natürliche PS oder an zwei

Der erste PRAKLA-Seismograph



solide Ochsen angehängt. Mit diesem „Antrieb“ ließ sich die Apparatur, wenn auch nicht gerade sehr schnell so doch meist sicher, an die schwierigsten Geländepunkte heranbringen.

Das hier gezeigte Bild des Registrieranhängers stammt vom Trupp Dr. Ruprecht aus Kroatien, ebenso das nächste, das Schießmeister Max Schweinle auf dem Bock seines „Schießwagens“ zeigt. Für die Seismik waren die Bergämter damals (1941) noch nicht zuständig. Was würde wohl heute ein deutscher Erster Bergrat zu diesem Schießwagen sagen?

Bei Wiederaufnahme der seismischen Arbeiten nach dem Kriege dienten als Registrierwagen zunächst die wenigen geretteten Autos und Anhänger bis die bereits erheblich verbesserten Apparaturen ab Juli 1949 in alte amerikanische Dodge-Wagen eingebaut werden konnten. Die Apparaturen



Die sieben Reflexions-Seismographen sind angeschlossen



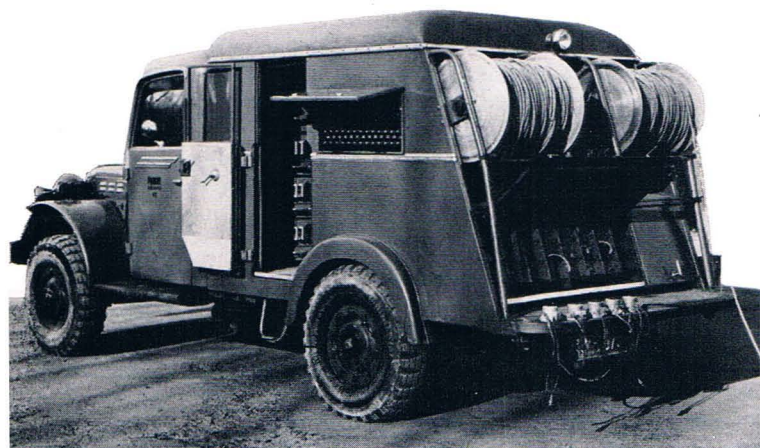
Registrieranhänger, Kroatien 1941



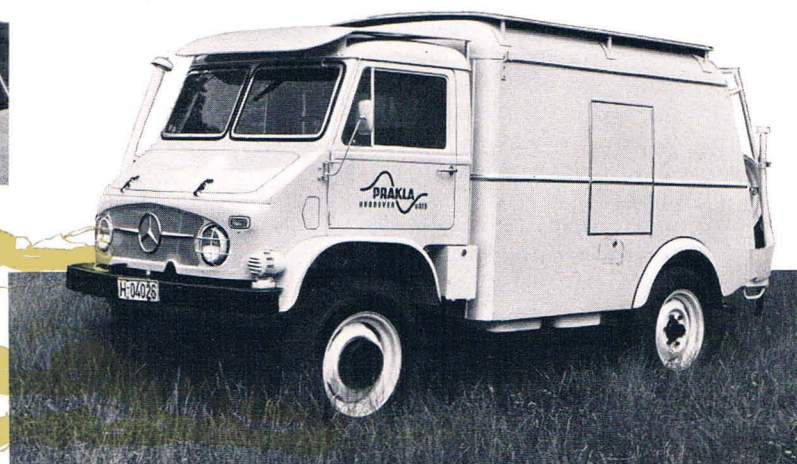
„Schießwagen“

hatten schon 24 Spulen und die dicken zwölfadrigen Kabel waren auf zwei mächtigen Rollen an der Rückwand des Wagens angebracht. Der Anschluß der nun sehr viel kleineren und leichteren Geophone erfolgte am Ende des Kabels durch den „Kabelbaum“ zwar noch einzeln aber bereits von außen durch das „Anschlußbrett“.

Im Laufe der Zeit wurden die Bauelemente der Apparaturen immer kleiner. Obwohl heute im Meßwagen zwei Apparaturen, die seismische und die Magnetbandapparatur, untergebracht sind, hat dieser einen Rauminhalt, der sich kaum von dem eines Dodge unterscheiden dürfte.



„Dodge“-Registrierwagen



Neuester Unimog-Registrierwagen

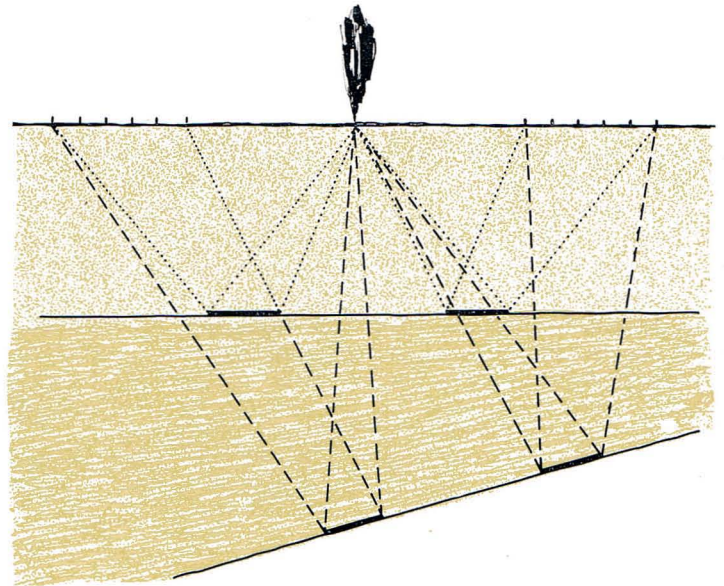
Es ist nun besonders reizvoll, sich der anfänglichen Feldtechnik zu erinnern. Der „Anlauf“ vom Schuß bis zum ersten Seismographen betrug durchschnittlich 300 m. Diese große Entfernung war erforderlich, um den Oberflächenwellen und Schalleinsätzen auszuweichen. Die Technik, den Schuß gut zu verdämmen, war noch nicht entwickelt, außerdem wurden in Unkenntnis der Zusammenhänge und wegen des schwierigen Bohrens die Bohrlöcher fast durchweg zu flach niedergebracht.

Ein seismischer Reflexionstrupp hatte damals einen Helfer am Wagen. Dieser schnappte sich also in jede Hand ein bis zwei Seismographen und je ein Verbindungskabel sowie einen Spaten für die Seismographenlöcher und stapfte los.



Bei der ersten Seismographenposition angekommen, wurde ein viereckiges Loch ausgestochen und der Seismograph hineingestellt und angeschlossen. Daß hiermit die elektrische Verbindung zwischen Seismograph und Registrierwagen hergestellt war, durfte bei der Beschaffenheit des zur Verfügung stehenden Materials durchaus nicht angenommen werden. Der Helfer begann also in unmittelbarer Nähe des Seismographen wüst aufzustampfen oder herumzuspringen, nachdem er sich dem Registrierer durch einen lauten Schrei bemerkbar gemacht hatte. Funktionierte die Verbindung zwischen Wagen und Seismographen, so brüllte der Registrierer sein „guut“ zurück und der Helfer stapfte um 25 m weiter, um das nächste Loch anzulegen. Dieser Vorgang wiederholte sich sechs bis siebenmal. Obwohl die Apparatur mit acht Verstärkern ausgerüstet war, waren doch gleichzeitig höchstens sechs bis sieben Spuren einsatzbereit. Ein guter Registrierer und ein brauchbarer Helfer mußten also in jener Zeit mit wirklich guten Lungen ausgerüstet sein, um ihren Dienst versehen zu können.

Waren alle Anschlüsse überprüft, wurde geschossen, aber nicht nur einmal, wie vielleicht ein junger Seismiker von heute glauben würde, sondern bis zu achtmal. Es wurde zunächst mit ganz kleiner Ladung (Kapsel mit einem „Haar“) begonnen und diese dann bis maximal 5 kg gesteigert. Die Ladungen wurden, was uns heute recht merkwürdig vorkommt, in Gramm angegeben. Der Grund für das mehrmalige Schießen mit verschiedenen Ladungen war das Bestreben, das Seismogramm jeweils wenigstens für einen kleinen Abschnitt hinter der Verwirrungszone, die sich mit zunehmender Ladung immer mehr verbreiterte, gut lesbar zu machen, denn von der automatischen Regelung im heutigen Sinne waren wir zu jener Zeit noch weit entfernt.



Geschossen wurde immer aus dem gleichen Bohrloch. Da die Rohre beim Schießen nur etwas angezogen wurden, kam es oft vor, daß hierbei der untere Teil der Verrohrung abgeschossen wurde, was jedesmal eine bedeutende Verzögerung im Arbeitsablauf bedeutete. Erst wenn das Bohrloch „zusammengefallen“ war, wurde für die nächstfolgenden Schüsse eine neue Bohrung niedergebracht, ein langwieriger Vorgang mit den „Schlagbohrgeräten“ jener Zeit.

War die Beobachtung in einer Richtung abgeschlossen, erfolgte eine zweite in entgegengesetzter Richtung und sehr oft auch noch weitere in Richtungen senkrecht zum Profil. Mit Hilfe dieser „Kreuzschüsse“ gelang bereits damals eine ungefähre räumliche Orientierung der reflektierenden Elemente.

Einen Einmesser gab es nicht. Die Schußpunkte wurden im Büro vom Truppführer auf dem Meßtischblatt nur an Wegen festgesetzt, die den Fahrzeugen zugänglich waren. Die Schußpunktstände waren deshalb z. T. sehr groß und unregelmäßig; sie wurden der Karte entnommen und im Profilschnitt eingetragen. Auch die Entfernungen vom Schußpunkt zu den Aufstellungen wurden nach Festlegung der Seismographenpositionen in der Karte in erster Annäherung wieder der Karte entnommen, jedoch durch „Schallschüsse“ überprüft. Beim Schallschuß, der zu jeder Seismographenaufstellung gehörte, wurden ein oder zwei Patronen Sprengstoff entweder beim Schußpunkt auf den Boden gelegt oder an den Ast eines Baumes gebunden und abgetan. Mit Hilfe der auf dem Seismogramm deutlich sichtbaren Schalleinsätze konnten bei Berücksichtigung der Lufttemperatur, Windrichtung und Windgeschwindigkeit, die geschätzt wurde, indem der Registrierer ein Stück Papier in die Luft warf, die Abstände vom Schußpunkt zu den einzelnen Seismographen bestimmt bzw. nachgeprüft werden. Die hierbei erzielte



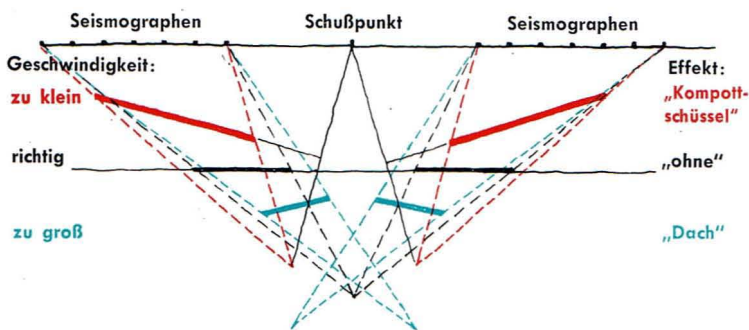
Genauigkeit paßte sich der z. T. recht vagen Kenntnis anderer für die Darstellung der Reflexionen nötigen Daten durchaus an.

Daß bei den Schallschüssen ab und zu ein paar Fensterscheiben dran glauben mußten, war in jener Zeit nicht weiter tragisch. Die ländliche Bevölkerung verfolgte das merkwürdige Treiben der Seismiker durchweg mit großem Respekt und ließ sich eine evtl. Flurschadensvergütung fast nur widerwillig aufdrängen. In Ostfriesland war es z. B. anfangs so, daß ein Schußkrater höchstens RM 5 (i. W. fünf) „kostete“. Die Regelung der Flurschäden wurde grundsätzlich sonntags von den Wissenschaftlern vorgenommen, die sich hierbei ungezählte Tassen schwarzen ostfriesischen Tee mit „Kluntschern“ einverleiben mußten. Aus diesem Grunde war die Flurschadensregelung oft eine nicht unbedeutende Anstrengung. Auch auf diesem Sektor der Seismik ist der Unterschied gegen heute doch sehr bemerkenswert.

Daten, die dem Seismiker heute auf Grund exakter Messungen zur Verfügung stehen, mußten damals durch Anwen-

schnittsgeschwindigkeitswerten konnte ein Geschwindigkeitsdiagramm, die sogenannte „Eichkurve“, gezeichnet werden, die, wie später oft überprüft werden konnte, für die damals zugänglichen Horizonte bereits recht gute Tiefenwerte ergab.

Die Seismogramme von 1938 bis Kriegsende sind in Briese lang verlorengegangen, so daß leider kein Beispiel gezeigt werden kann. Der Berichtstext und die Profildarstellungen des ältesten reflexionsseismischen Berichtes von PRAKLA sind jedoch, wie bereits erwähnt, erhalten geblieben. Das hier abgebildete Profil II der Untersuchung am Salzstock von Friedeburg ergibt bereits ein erstaunlich differenziertes Lagerungsbild. Die manchmal geäußerte Meinung, daß die Reflexionsseismik in den Vorkriegs- und Kriegsjahren nicht über erste tastende Versuche hinausgekommen wäre, läßt sich also sicher nicht aufrechterhalten. Heute ist es uns ohne weiteres möglich, die 1938 kartierten und in einem Niveau sich häufenden Reflexionselemente als Tertiärbasis und Turon/Cenoman-Grenzfläche einzuordnen und darunter einen gegen die Oberkreide ausbeißenden Horizont zu er-



1938



Profil Nr. 2 der ersten reflexionsseismischen PRAKLA-Messung

dung von Näherungsmethoden bestimmt werden, die sich oft zwangsläufig bei der Routinearbeit ergaben. So trat z. B. bei der Spiegelkonstruktion der Reflexionselemente durch Verwendung zu kleiner Schichtgeschwindigkeiten eine Erscheinung auf, die als „Koppottschüsseleffekt“ bezeichnet wurde – eine Bezeichnung – die bei Betrachtung der Skizze als zutreffend angesehen werden kann. Bei zu großer Geschwindigkeit ergab sich der „Dacheffekt“. Durch empirisches schrittweises Vergrößern bzw. Verkleinern der Geschwindigkeit gelang es, die Reflexionselemente in eine Gerade zu bekommen und in günstigen Fällen bis zu dem reflektierenden Horizont eine einigermaßen zuverlässige Durchschnittsgeschwindigkeit zu erhalten. Mit mehreren derartigen Durch-

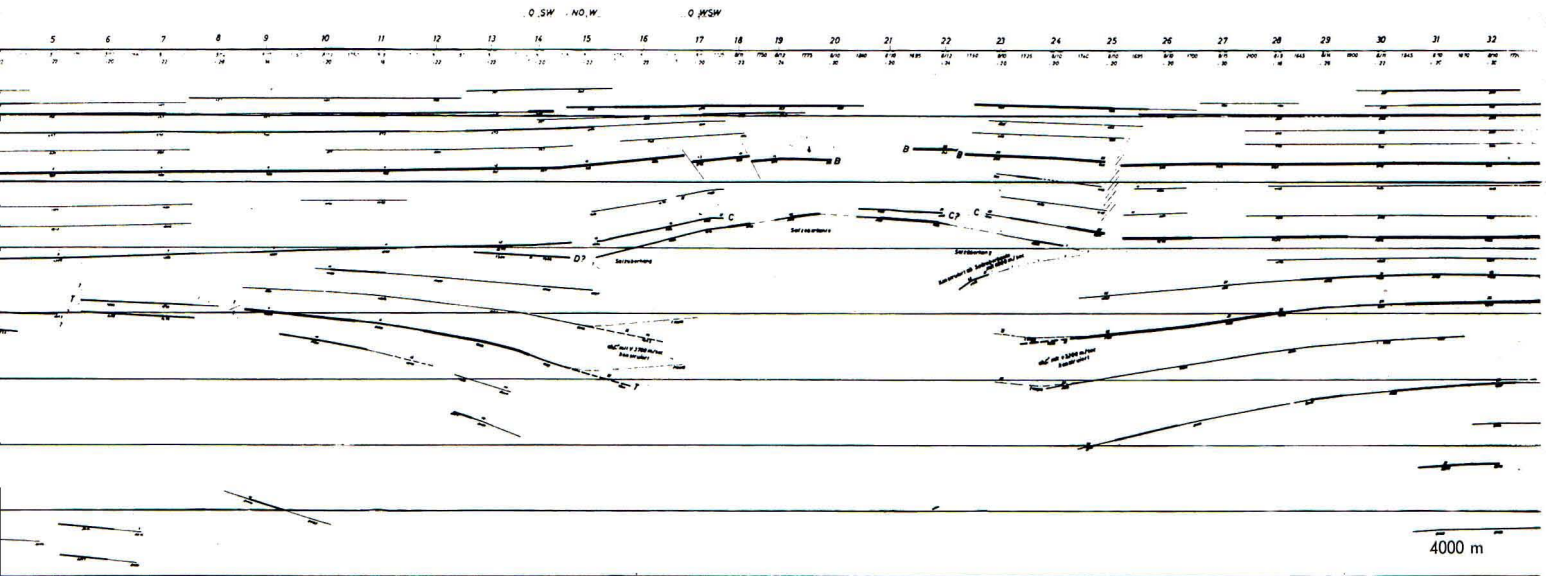
kennen. Dr. Trappe schrieb im Bericht allerdings sehr vorsichtig:

„Es ist möglich, daß der obere der dargestellten Horizonte etwa in die Grenzzone Tertiär/Oberkreide fällt, über die Natur der beiden unteren Horizonte lassen sich keine Angaben machen.“

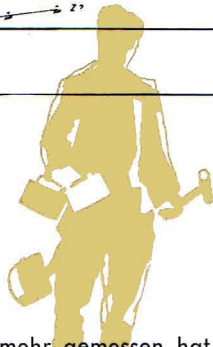
Es heißt weiter an anderer Stelle:

„Die Aufstellung einer Tiefenlinienkarte für einen bestimmten Horizont erschien nicht möglich, da besonders kennzeichnende Reflexionen, die im ganzen Meßgebiet den gleichen Charakter aufweisen, fehlen.“

Ein exakter Vergleich mit modernen Messungen läßt sich am selben Objekt nicht durchführen, da PRAKLA am Salzstock



1956



Tiefenprofil	
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24
25	26
27	28
29	30
31	32
33	34
35	36
37	38
39	40
41	42
43	44
45	46
47	48
49	50
51	52
53	54
55	56
57	58
59	60
61	62
63	64
65	66
67	68
69	70
71	72
73	74
75	76
77	78
79	80
81	82
83	84
85	86
87	88
89	90
91	92
93	94
95	96
97	98
99	100

Tiefenprofil

Friedeburg in den letzten Jahren nicht mehr gemessen hat. Doch stehen vergleichbare Messungen aus der unmittelbaren Nachbarschaft mit gleichen Lagerungsverhältnissen wie in Friedeburg zur Verfügung, die den Fortschritt der Meß- und Auswerte-Technik gut erkennen lassen.

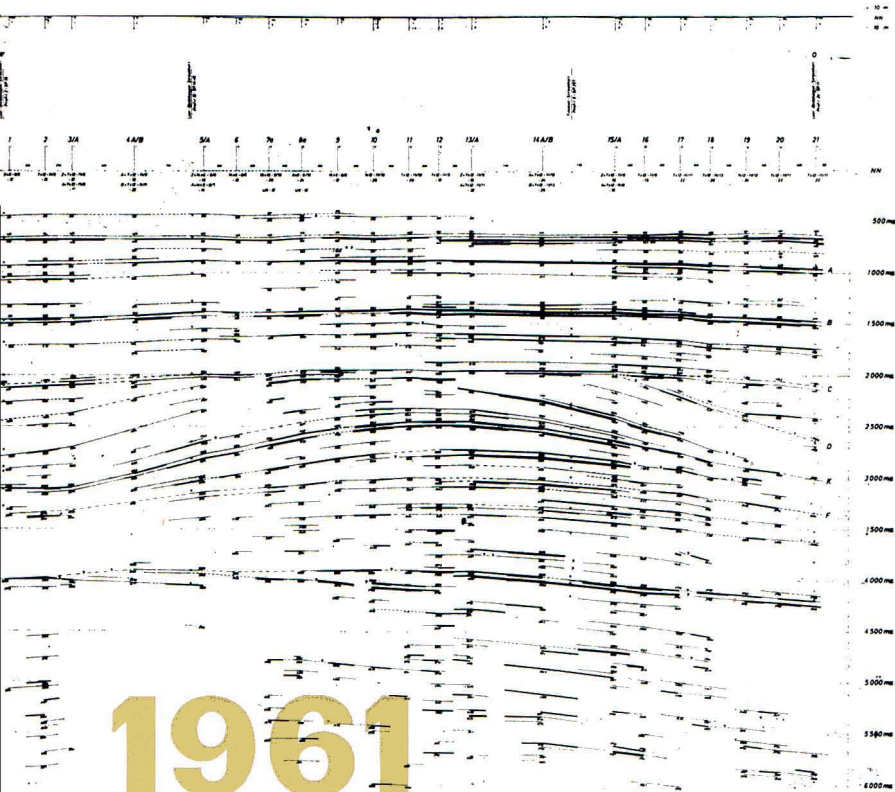
In der Abbildung eines Profilitheiles aus dem Jahre 1956 über den Salzstock von Barkholt sind bereits fünf Horizonte stratigraphisch eingeordnet.

Das nächste Profil, ein Laufzeitprofil aus dem Gebiet Strackholt von 1961, demonstriert deutlich die Vielzahl der auswertbaren Reflexionshorizonte, von denen sieben geologisch eingeordnet sind.

Die ersten brauchbaren Seismogramme nach dem Kriege wurden 1947 am Salzstock von Hohenhorn, südlich Hamburg, aufgenommen. Die hier eingesetzte Apparatur stammte noch aus dem Kriege und war eine der zuletzt entwickelten Typen. Um in allen Teilen lesbare Seismogramme zu erhalten, genügte bei einer Aufstellung bereits durchschnittlich drei Schüsse. Die folgende Abbildung zweier Seismogramme mit „zweipunktigen“ und „dreipunktigen“ Reflexionen gibt einen Begriff davon, wie schwierig das Auswerten war und daß nur mit dem „seismischen Blick“ Begabte Aussicht auf Erfolg hatten. Oft waren täglich sechzehn Arbeitsstunden nötig, um alle in den Seismogrammen enthaltenen Reflexionen zu erkennen und darzustellen.

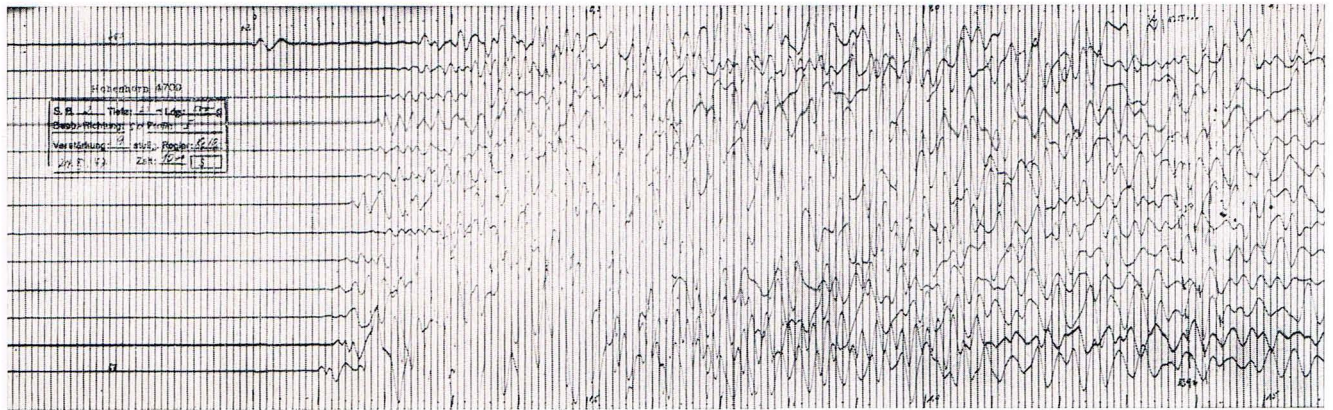
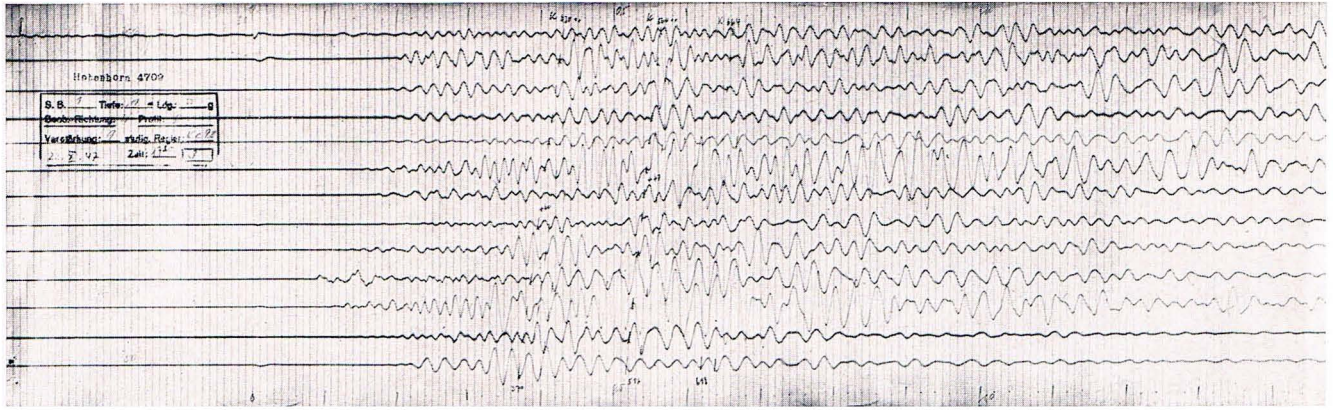
Dem Berichtstext ist zu entnehmen, daß bereits bei diesem Auftrag des Jahres 1947 auf die Oberflächenkorrekturen der Reflexionen großer Wert gelegt und etwa ein Drittel der Feldarbeit aufgewendet wurde, um sie durch Refraktionslinien zu erfassen.

Zum ersten Male bei PRAKLA wurde hier von Dr. Köhler profilweise kontinuierlich beobachtet. Hierbei wurden – unabhängig von dem damals meist noch sehr großen Anlauf bis zum 1. Seismographen – die Schußpunkte jeweils genau um die Länge der Seismographenaufstellung versetzt, wie die Skizze zeigt.

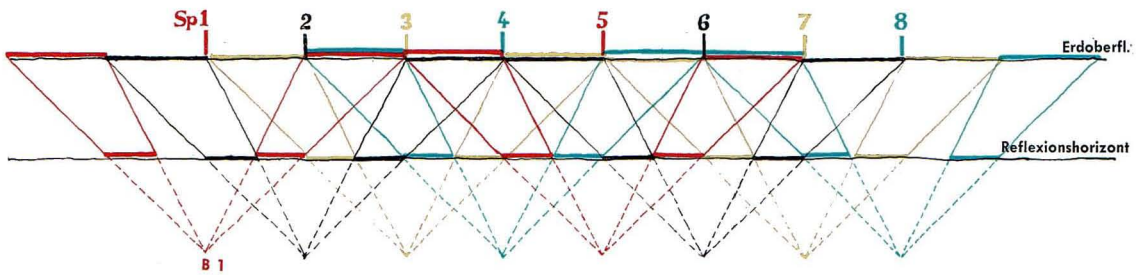


1961

Zeitprofil



Seismogramme, aufgenommen von einer noch im Kriege gebauten Apparatur



Kontinuierliches Schießen bei großem „Anlauf“

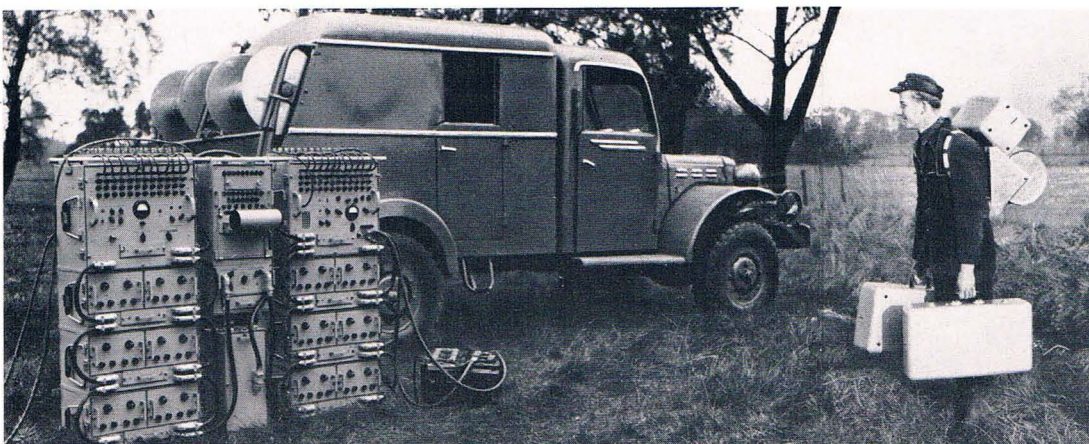
Im Berichtstext heißt es:

„Soweit es sich geländetechnisch ermöglichen ließ, wurde **kontinuierlich** beobachtet.“ — — — „Durch die Geschwindigkeitsberechnungen aus Reflexionen wurden in einigen Profilen Geschwindigkeitsverteilungen erhalten, die der Wirklichkeit sehr nahe kommen mußten, da sich sehr gute Elemente in den Horizonten A und B einwandfrei aneinanderreichten.“

Nach dem Kriege traten mit zunehmender Meßdichte und mit der sich nunmehr allgemein durchsetzenden kontinuier-

lichen Beobachtungsmethode mit Zentralaufstellungen auch Geländeschwierigkeiten in erhöhtem Maße auf. Für schwer zugängliche Arbeitsgebiete wurde die Forderung nach einer tragbaren Apparatur gestellt. Zum Transport der ersten tragbaren mit S-11-Verstärkern ausgerüsteten Apparatur, die am 28. 9. 1950 in Dienst gestellt wurde, war noch ein Heer von Hilfsarbeitern erforderlich, während für den Transport unserer heutigen Apparaturen, die sich in kurzer Zeit aus dem Wagen ausbauen lassen, der personelle Aufwand bedeutend geringer ist.

1950



Tragbare Apparaturen

1962

Die Beobachtungstechnik wurde auf der Geber- und Empfängerseite laufend verbessert. Arbeitsgebiete, die vorher als „reflexionslos“ angesehen wurden, konnten mit der von Dr. Gees 1949 im Emsland erstmals systematisch angewandten Methode der Mehrfachschüsse reflexionsseismisch erschlossen werden. Die Ergebnisse wurden weiter verbessert, als auch mit mehreren Geophonen pro Spur beobachtet wurde, eine Technik, die natürlich erst möglich wurde, als an die Stelle der großen und schweren „Seismographen“ die kleinen und leichten „Geophone“ traten. Die heute gebräuchlichen „Geophonketten“ werden bei großem seismischem Aufwand in einem eigens hierfür vorgesehenen Transportwagen befördert. Die auf dem Bild sichtbaren Geophone, Typ G 25, von E. Bartels entwickelt, sind seit Mitte 1953 im Einsatz. Am 23. 10. 1962 wurde das 20 000ste Exemplar, schön blank poliert, auf den Tisch von Dr. Maaß gestellt.



Auslegen von Geophonketten in der Algerischen Steppe

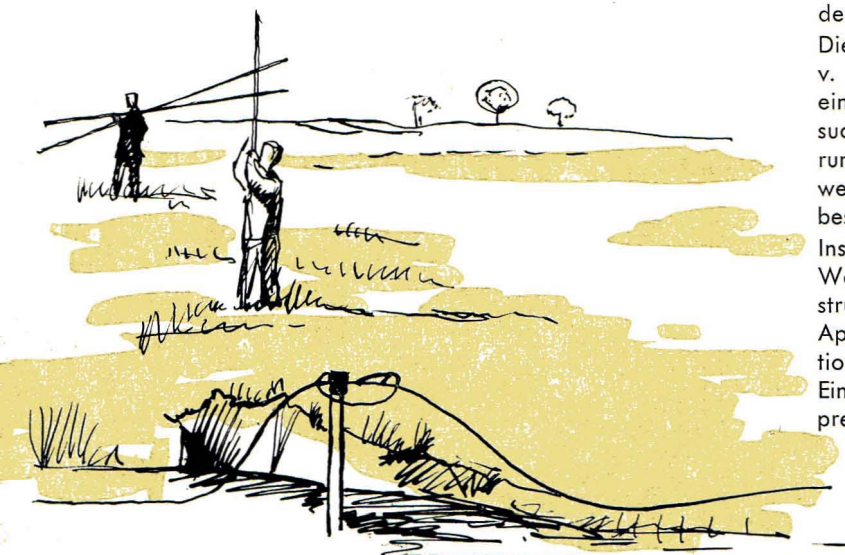
Der erste reflexionsseismische Trupp der PRAKLA arbeitete mit sechs bis sieben Seismographen. Unsere Wüsten-Trupps nehmen heute oft einen Schuß mit weit mehr als 1000 (i. W. Eintausend) Geophonen auf, wobei der Sprengstoff auf 50 bis 100 flache Bohrlöcher verteilt wird. Aber auch im Inland wird manchmal bereits mit 40 Geophonen pro Spur gearbeitet, vor allem dann, wenn Horizonte des Präzech-

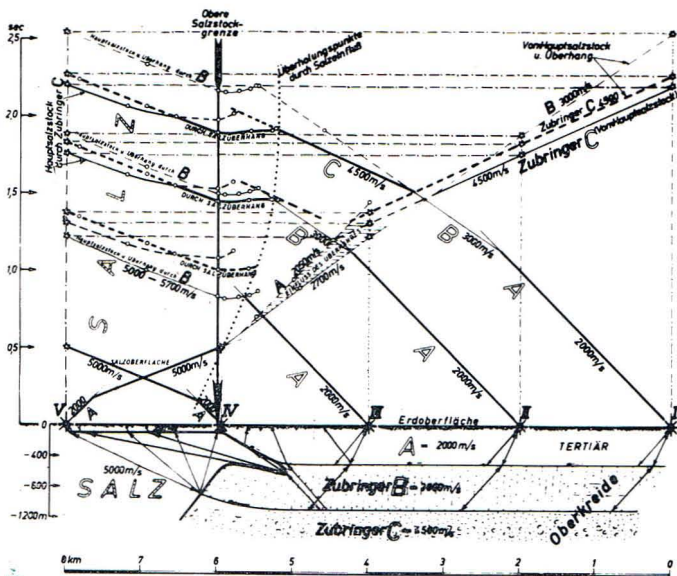
steins kartiert werden sollen. Dieser große technische Aufwand wird in Gebieten getrieben, die noch vor wenigen Jahren als „reflexionslos“ angesehen wurden, in denen also die Bedingungen für das Abstrahlen und den Empfang der seismischen Energie – vielfach hervorgerufen durch sehr harte Schichten an der Erdoberfläche – besonders ungünstig sind.

Das Problem, die Übertragung der seismischen Energie ständig zu verbessern, beschäftigte unsere Seismiker von Anfang an. Die günstigsten Bedingungen für die Verankerung des Sprengstoffes – Grundwasser, Tonschichten usw. – waren bald erkannt. Erst später setzte sich die Erkenntnis durch, wie wichtig eine gute Verdämmung des Sprengstoffes war. Dr. Lorenz, zu jener Zeit noch Angehöriger unserer Gesellschaft, verbesserte Ende 1950 die Verdämmung wesentlich durch das Zementieren der Bohrlöcher und Kauf wandte erstmals Mitte der Fünfziger Jahre die Verdämmung durch Kies an, die sich bis heute als eine der besten Verdämmungsarten erwies. Auch die Einführung der Moorspieße lag auf derselben Linie.

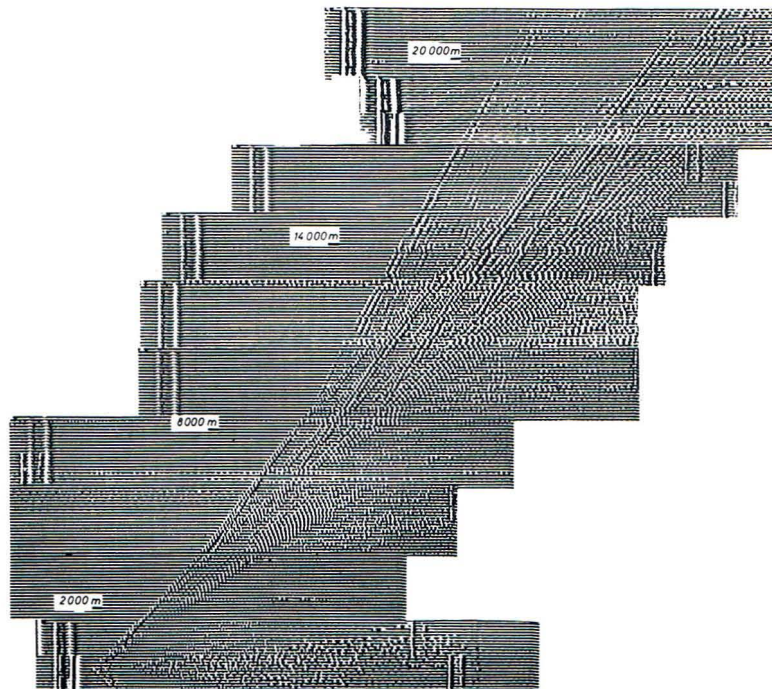
Die Refraktionsseismik erlebte nach dem Kriege durch Dr. v. Helms, angeregt durch Dr. G. Brinckmeier, methodisch eine bedeutende Verfeinerung in einer Reihe von Untersuchungen und grundsätzlichen Arbeiten. Komplizierte Lagerungsverhältnisse an Salzstöcken konnten nunmehr gelöst werden, wie das abgebildete Beispiel einer Salzüberhangbestimmung zeigt.

Instrumentell wurde auf refraktionsseismischem Gebiet eine Weiterentwicklung durch Dr. Vetterlein erreicht mit der Konstruktion einer automatisch ferngesteuerten Apparatur. Apparativ bedingt ist auch die Wiederbelebung der Refraktionsarbeiten in letzter Zeit durch die Möglichkeit, spätere Einsätze einwandfrei sichtbar zu machen, wodurch die Interpretationsbasis dieser Methode bedeutend erweitert wurde.





Bestimmung eines Salzüberhanges durch gestaffeltes Refraktionsschießen

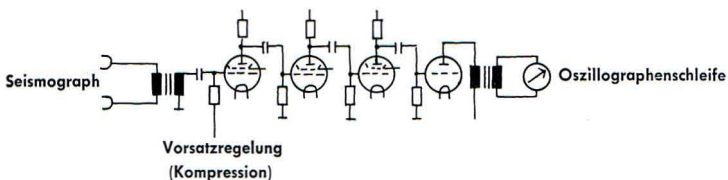


Spätere Einsätze in Refraktionsseismogrammen

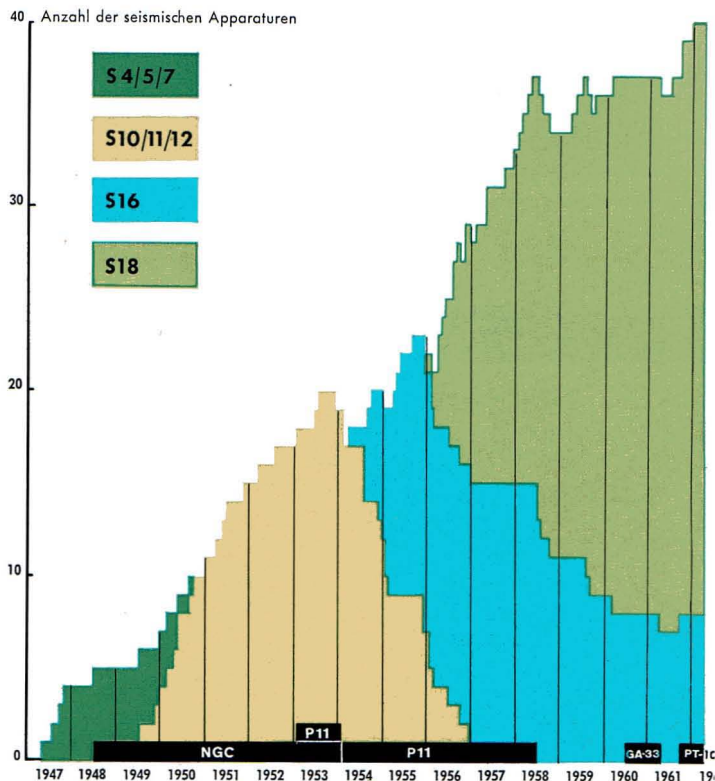
Von 1938 bis 1948 waren bei den Seismiktrupps von PRAKLA Apparaturen eingesetzt, die nur in eigenen Werkstätten entwickelt und gebaut worden waren. Für die Nachkriegszeit gibt die abgebildete Graphik ein anschauliches Bild für die ständige Fortentwicklung der Verstärker und für den zügig durchgeführten Ersatz veralteter Apparaturen durch neuere Typen. In der Zeit von 1947 bis 1962 lösten acht Verstärkertypen einander ab. Apparaturen nichteigener Produktion wurden dagegen in verschwindend geringer Zahl in den Feldtrupps eingesetzt.

Wie sehr sich die erste bei PRAKLA gebaute Apparatur von den heute verwendeten unterscheidet, erläutert am besten die Gegenüberstellung entsprechender Prinzipschaltbilder.

Schaltbild der ersten Apparatur

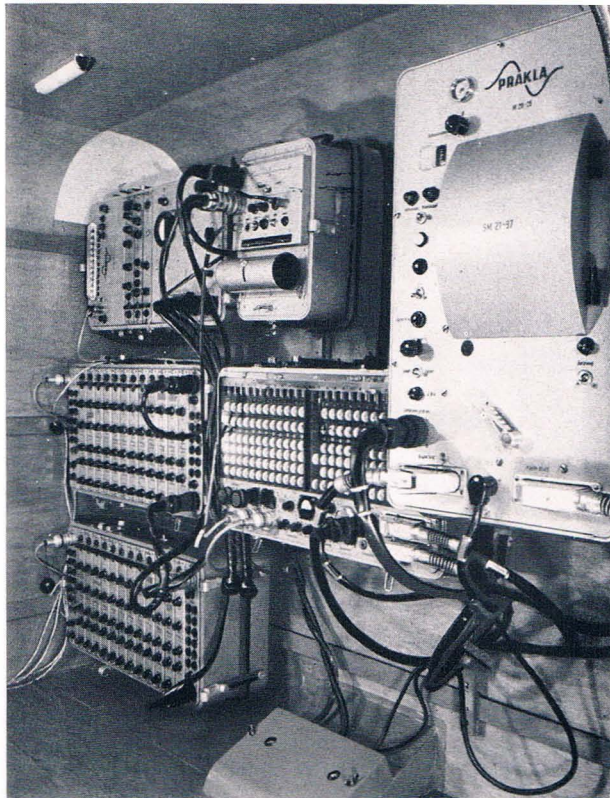
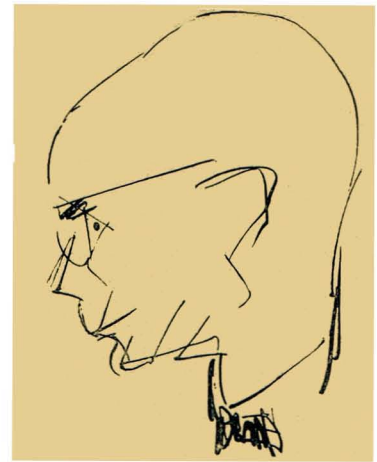


Der ganz einfach gebaute erste Vierröhren-Verstärker hatte eine Vorsatzregelung, die am Steuergitter der ersten Röhre wirksam wurde. Sie war jedoch wegen der ständig wechselnden Schußbedingungen praktisch ohne Wirkung.





In Brieselang entwickelte Apparatur



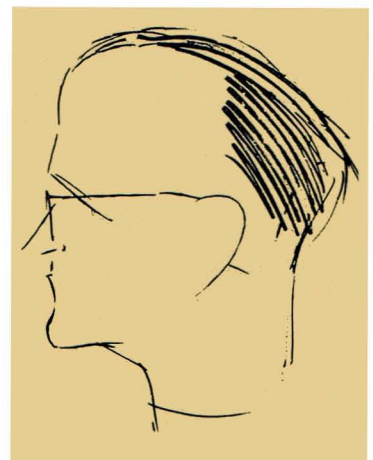
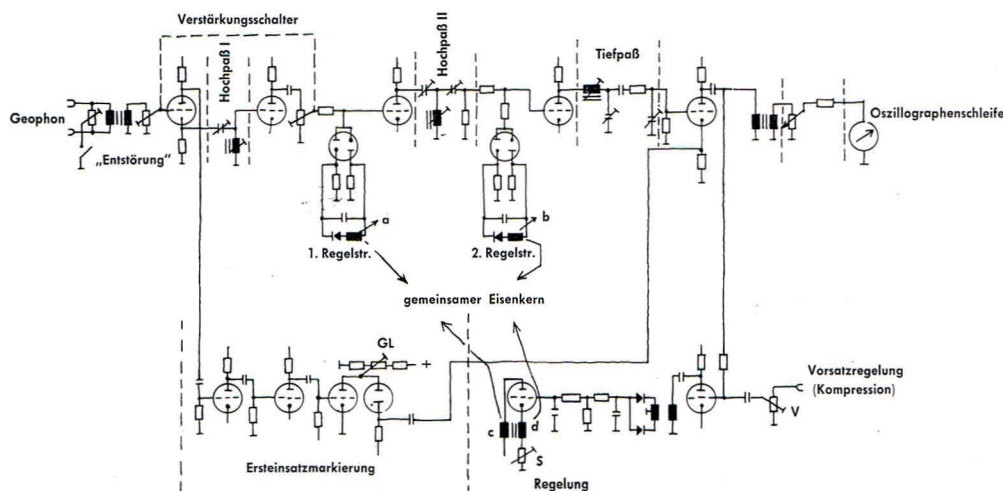
Neueste Apparatur im Unimog

Nachdem Dr. Zettel 1939 die Leitung des Labors in Brieselang übernommen hatte, wurden die Apparaturen ständig weiter verbessert und mit automatischer Regelung ausgestattet, die sich vor allem in einer starken Reduktion der Verwirrungszone nach den ersten Einsätzen auswirkte. Die Verbesserung wurde dadurch erreicht, daß das Ausgangssignal gleichgerichtet, gesiebt und als negative Spannung auf die Steuergitter der Röhren gegeben wurde.

Das nebenstehende Bild wurde im Labor Brieselang aufgenommen. Es läßt sich nicht mehr feststellen, welcher Typennummer die abgebildeten Verstärker angehören. Diese Aufnahme ist auch deshalb recht instruktiv, weil der offene Lichtweg zwischen Meßschleifen und Filmrolle klar zu erkennen ist.

Nach dem Kriege wurde für die Weiterentwicklung der seismischen Apparaturen Dr. Maaß gewonnen. Ab 1948 wurden Oszillographen mit eingebauten Galvanometern verwendet und ab 1949 Dioden als veränderliche Widerstände in den Regelzweig eingefügt. Damit gewannen die Seismogramme ein Aussehen, das den heutigen Seismogrammen schon einigermaßen ähnlich war. Die umseitig abgebildete Graphik des Verstärkerbaues seit 1947 „schildert“ die Entwicklung seit dem Eintritt von Dr. Maaß in die Gesellschaft am besten. Das Prinzipschaltbild einer heute eingesetzten Apparatur im Vergleich zum Prinzipschaltbild der Apparatur Nr. 1 erweist mit seltener Deutlichkeit, welche grundlegende Wandlung die seismischen Apparaturen von PRAKLA innerhalb eines Zeitraumes von etwa 25 Jahren erfahren haben. Zur Ergänzung dieses Eindruckes ist die letzte seismische Apparatur mit Magnetbandteil, an der Stirnwand eines kleinen Unimogs befestigt, nebenstehend abgebildet.

Schaltbild der neuesten Apparatur



Über den Bau der Magnetbandapparaturen gibt die folgende Graphik eindrucksvollen Aufschluß. Die erste Magnetbandapparatur der PRAKLA wurde im Jahre 1957 konstruiert. Obwohl im Inland zunächst nicht überall die wesentliche Bedeutung dieser apparativen Weiterentwicklung erkannt wurde, konnte unsere technische Abteilung alle Trupps bis 1961 mit Magnetbandapparaturen ausrüsten. Es ist hierbei besonders bemerkenswert, daß fast die Hälfte aller Magnetbandapparaturen allein im Jahre 1961 gebaut wurde!

Statistische Angaben über die bis 1958 ständig steigende und dann wieder abfallende Zahl der seismischen Trupps, über die personelle Organisation in der Seismik und a. m. sind in dem Artikel „25 Jahre PRAKLA“ der Festfolge I dieser Zeitschrift enthalten. Sie seien nur durch die Bemerkung ergänzt, daß die bisher sicher interessanteste und für die Beteiligten schönste Untersuchung von 1956 – 1957 in Japan stattfand. Welch freundliche Genüsse nach des Tages Mühen manchmal die Truppmitglieder und Besucher des Trupps Kreitz erwarteten, wird aus dem unten abgebildeten Foto klar: Es ist bekannt, daß alle Truppmitglieder und der Betreuer mit Wehmut an die schöne Zeit in Japan zurückdenken.

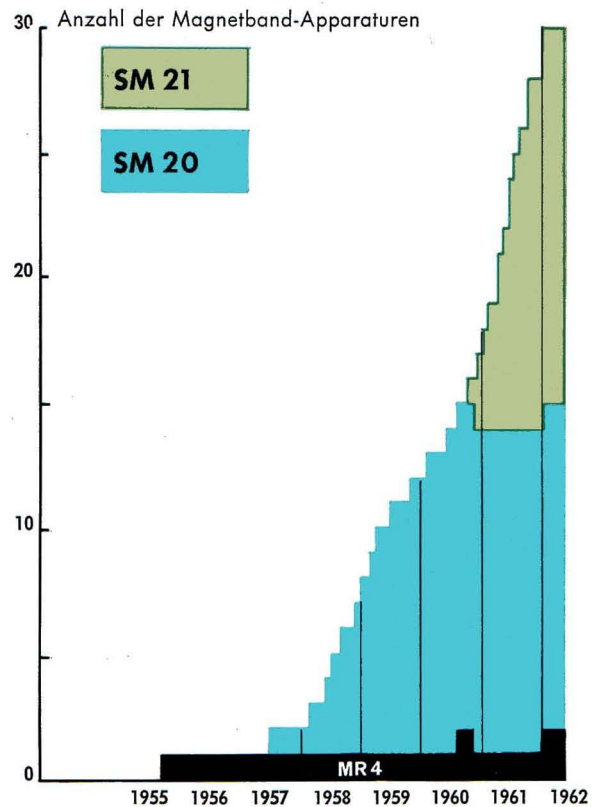
Abschließend sei noch einiges über die Entwicklung in der Interpretation der seismischen Ergebnisse gesagt.

Vor etwa 25 Jahren bestand die Aufgabe des Seismikers vor allem darin, in den für heutige Begriffe äußerst schwer lesbaren Seismogrammen Reflexionen zu erkennen und diese darzustellen. Die geologische Interpretation der Ergebnisse wurde von den Geologen der Auftraggeber versucht und gelangte anfangs nur selten zur Kenntnis des untersuchenden Seismikers.

Heute ist das „Auswerten“ der Reflexionen wegen ihrer guten Qualität in vielen Arbeitsgebieten kein Problem mehr. Andererseits gibt es immer noch Gebiete, in denen das Unterscheiden zwischen „reeller“ und unerwünschter Stör-energie (Multiple, reflektierte Refraktion usw.) einen erheblichen geistigen Aufwand erfordert, der Fehlinterpretationen keineswegs ausschließt.

Um die Deutung der Ergebnisse zu erleichtern, wurde im Jahre 1958 mit unserem großen Auswerteraum in der Zentrale die Möglichkeit geschaffen, in viele Seismogramme oder Profile „gleichzeitig“ Einsicht zu nehmen, eine Möglichkeit, die auch gern von unseren Auftraggebern bei fachlichen Konsortialbesprechungen ausgenützt wird. Auch die in letzter Zeit immer mehr benutzten kleinen Seismogrammprofile aller „Schriftarten“ erleichtern die Korrelation der Ergebnisse.

Neben der korrekten Darstellung der aus den Seismogrammen ersichtlichen Lagerungsverhältnisse wird heute von



unseren Seismikern vor allem deren tektonisch-stratigraphische Einordnung gefordert, eine Aufgabe, die eine große seismische und geologische Erfahrung erfordert. Einige „alte“ Seismiker der PRAKLA wurden daher vor etwa 10 Jahren in die Zentrale gezogen, um ihre jüngeren Kollegen in allen fachlichen Fragen zu betreuen.

Die Einrichtung unserer Auswertegruppen in der Zentrale geht hingegen auf die Anregung unserer Auftraggeber zurück. Die erste Gruppe entstand 1954 für die Auswertung des ersten See-Seismikauftrages. Inzwischen ist die Zahl der Gruppen auf zehn angewachsen. Die meisten von ihnen befassen sich mit der regionalen Überarbeitung von größeren Gebieten.

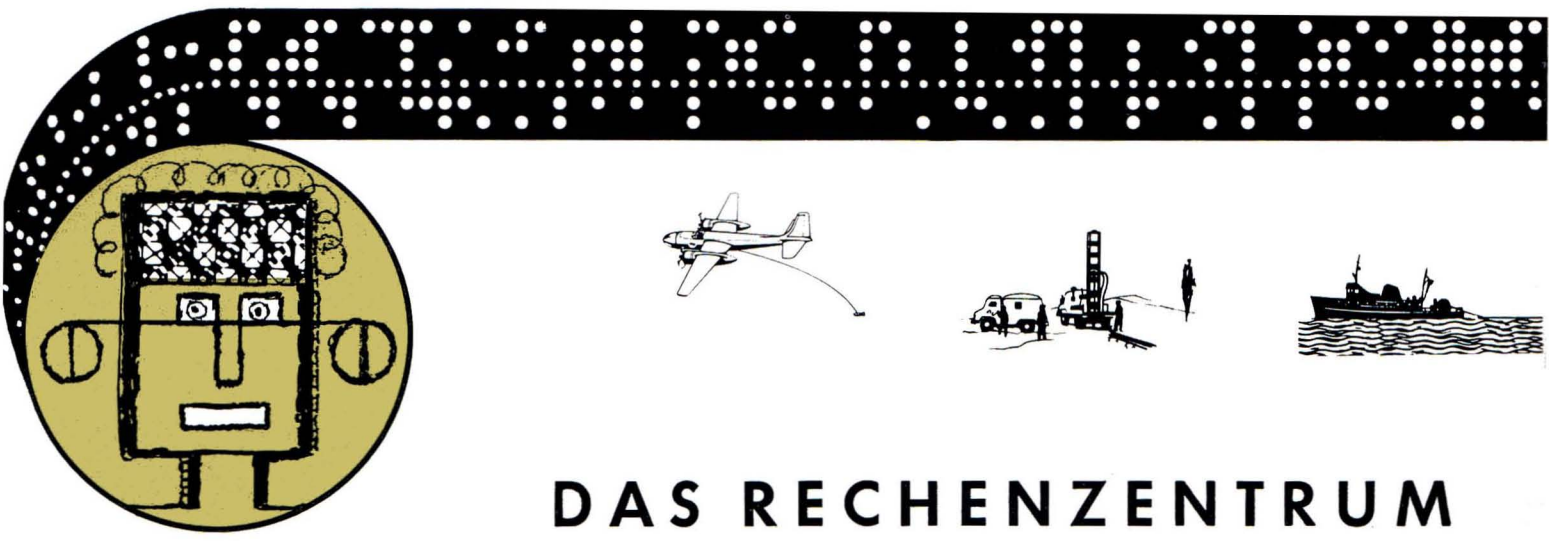
Einige der modernsten Entwicklungen und Probleme unserer Seismik sind in dieser Abhandlung nicht berührt worden, da sie in den Artikeln „Seeseismik“ in der Festfolge I und in den beiden Artikeln „Rechenzentrum“ und „Abspielzentrum“ in dieser Folge II z. T. ausführlich behandelt sind.

Die Entwicklung der deutschen Erdölindustrie ist mit der Tätigkeit der seismischen PRAKLA-Trupps eng verbunden. Eine Reihe von Erdölfeldern verschiedenster Größen sind durch die seismische Arbeit unserer Gesellschaft gefunden worden.

Zusammenfassend darf gesagt werden, daß die Seismik in dem betrachteten Zeitraum von 25 Jahren, in dem unsere PRAKLA besteht, eine geradezu stürmische Entwicklung genommen hat. Hieran haben unsere Wissenschaftler und Techniker einen bedeutenden Anteil. Wie wir wissen, ist diese Entwicklung sowohl in technischer als auch in methodischer Hinsicht noch nicht abgeschlossen. Die Lösung weiterer Probleme ist in Angriff genommen – viele harren noch der Lösung. Es wird in Zukunft die Aufgabe vor allem der jüngeren Techniker und Seismiker sein, durch intensive Mitarbeit den guten Ruf der „PRAKLA-Seismik“ zu erhalten und zur Weiterentwicklung dieses wichtigsten Gebietes der angewandten Geophysik beizutragen.

R. Köhler





DAS RECHENZENTRUM

Das Rechenzentrum kann als jüngste Abteilung der PRAKLA noch nicht auf eine 25jährige Geschichte zurückblicken. Seine Gründung ist eine Folge der schnellen Entwicklung bei allen geophysikalischen Meßverfahren. Die technische Vervollkommnung von Meßmethode und Meßgerät führte auf allen Gebieten der Geophysik dazu, daß von Jahr zu Jahr schneller und mit größerer Genauigkeit gemessen wurde, und diese Entwicklung hält noch an. Zum Beweis sei als Beispiel das reflexionsseismische Verfahren angeführt. Zur Zeit der Gründung der PRAKLA wurden durchschnittlich 0,6 Schußpunkte pro Tag geschossen. Die Sage erzählt, daß die für die Auswertung zuständigen

vereinzelt Reflexionen Horizonten in geringer Tiefe. Bei solchen Horizonten genügen für ihre Darstellung natürlich relativ grobe und einfache Rechenverfahren, weil der wahre Verlauf der Schallstrahlen durch eine Gerade hinreichend gut angenähert werden kann.

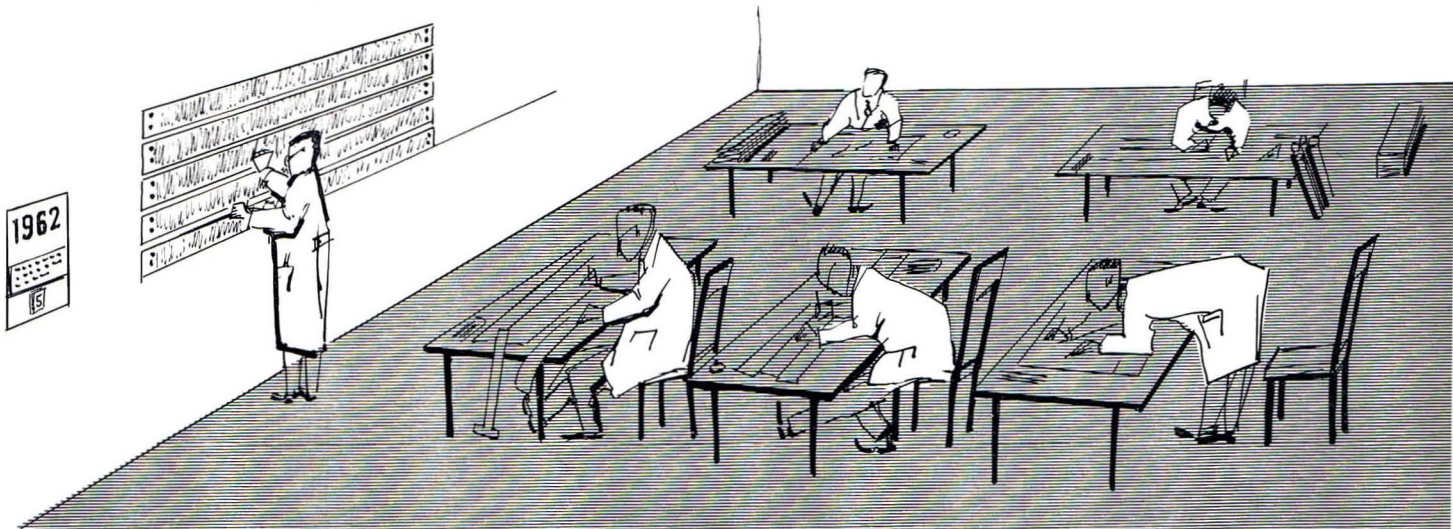
Wesentlich anders ist das Bild, das sich heute dem Besucher in einem seismischen Außenbetrieb bietet. Täglich werden vom Feldtrupp durchschnittlich im In- und Ausland etwa 6 bis 20 Seismogramme geliefert, bei einer Seemessung sogar bis zu 220, die meistens zahlreiche Reflexionen bis zu einigen Sekunden Laufzeit enthalten. Bei den aus dem tieferen Untergrund stammenden Reflexionen hat die abgestrahlte Schallenergie Schichten mit den unterschiedlichsten Geschwindigkeiten durchlaufen. Als Folge hiervon ist der Schallstrahl gekrümmt und geknickt: Er kann bei geneigten Schichten noch nicht einmal grob durch eine Gerade angenähert werden. So muß heute bei der tiefenmäßigen Darstellung geneigter Horizonte die Strahlenknickung und die Strahlenkrümmung berücksichtigt werden. Obwohl jedoch z. T. noch heute in den Außenbetrieben bei der Konstruktion der Tiefenprofile dicke Tabellen gewälzt und raffinierte geometrische Konstruktionen benutzt werden, bleibt das Ergebnis in vielen Fällen unbefriedigend, weil die benutzten Verfahren zu grob sind, um den gewünschten Genauigkeitsgrad zu erreichen.

Ähnliche Probleme wie in der Seismik sind auf allen Gebieten der Geophysik zu beobachten. Geomagnetische Messungen z. B. werden vielfach vom Flugzeug aus durchgeführt, wobei pro Meßtag bis zu 50 000 Meßwerte anfallen.

Schon aus diesen beiden Beispielen ist ersichtlich, daß die routinemäßige Rechenarbeit in der praktischen Geophysik in bezug auf Qualität und Quantität erheblich zugenommen hat und weiterhin zunimmt. Bereits um 1955 wurde klar, daß die zu erwartenden Aufgaben in Zukunft mit den herkömmlichen Methoden nur unter größten Schwierigkeiten zu meistern sein würden.



Wissenschaftler zu jener Zeit den Vormittag damit verbrachten, auszuknobeln, wer nachmittags die Seismogramme auswerten dürfe; ferner ist überliefert, daß bei Entdeckung einer Reflexion, die etwa der Tertiärbasis zugeordnet werden konnte, rauschende Feste gefeiert wurden. Wenn auch diese Berichte aus der Gründungszeit der PRAKLA nicht urkundlich belegt werden können, so kann doch aus ihnen sicher geschlossen werden, wie wenig Rechenarbeit damals anfiel. In den wenigen Seismogrammen entsprachen die



Etwa zur gleichen Zeit gab es die ersten Hinweise dafür, daß „Elektronengehirne“ ihre Bewährungsprobe im praktischen Einsatz bestanden hätten. Diese Geräte sollten angeblich beim Rechnen Wunder vollbringen. So war es naheliegend, zu untersuchen, ob ein Rechenautomat auch bei der Verarbeitung geophysikalischer Daten nützlich sein könnte. Bei den ersten tastenden Versuchen zeigte sich jedoch, daß durch die Bezeichnung „Elektronengehirn“ die Eigenschaften eines Rechenautomaten reichlich optimistisch beschrieben wurden. Ein Rechenautomat ist zwar enorm „fleißig“ – für die Addition zweier 10-stelliger Dezimalzahlen werden 1 Millisekunde oder nur Bruchteile von dieser benötigt! – aber er ist auch unendlich „dumm“. Er tut **nur** das, was ihm befohlen wird, wobei es leider keineswegs ausreicht, dem Automaten zu befehlen: „Rechne bitte ein seismisches Profil!“.

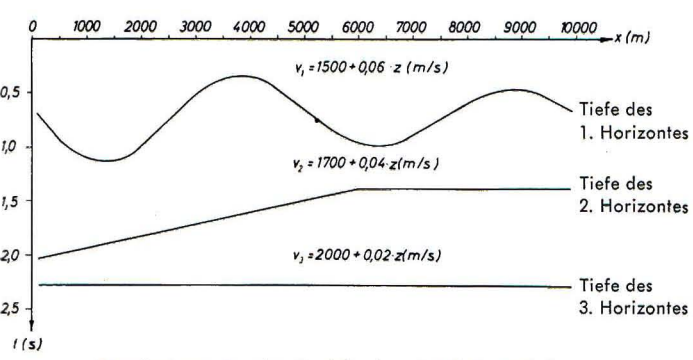
Nun kann ein seismisches Profil zwar mit dem Rechenautomaten gerechnet werden, aber bevor dieses möglich ist, muß die Anweisung: „Rechne ein seismisches Profil“ in ca. 5000 Einzelbefehle aufgegliedert werden! Bei dem Schreiben der Instruktionen müssen bereits alle Möglichkeiten, die später beim Rechnen auftreten können, berücksichtigt werden. So ist allen, die einmal ein seismisches Profil mit Brechung

konstruiert haben, bekannt, wie oft das Darstellungsverfahren beim Auftreten von Störungen in einem Gleithorizont variiert werden muß. Der Grund hierfür ist in vielen Fällen darin zu suchen, daß die Geschwindigkeitsgrenzflächen in der Umgebung von Störungen nicht hinreichend definiert sind. Die beim graphischen Verfahren auftretenden Schwierigkeiten sind somit immer zu erwarten und müssen folglich bei der automatischen Datenverarbeitung im voraus, also schon bei der Programmierung, beachtet werden.

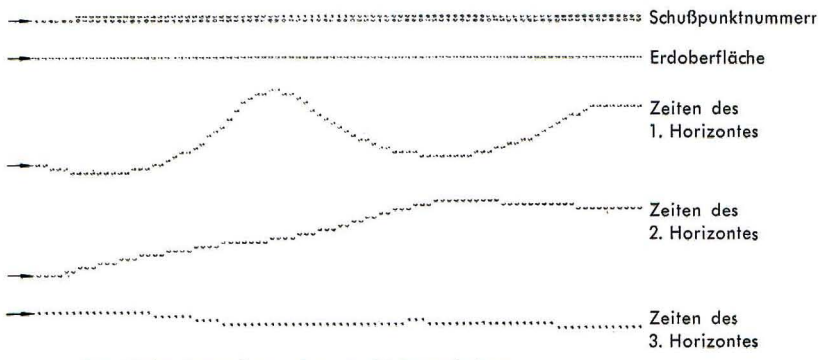
Die Tatsache, daß ein Elektronenrechner nur und exakt das tut, was ihm befohlen wurde, ist natürlich auch ein Vorteil, denn eine einmal in einem Programm festgelegte Rechenregel befolgt er sklavisch und fehlerfrei, so oft er auch dazu aufgefordert werden mag.

Dieser Hinweis über die Eigenarten eines Elektronenrechners möge genügen um anzudeuten, daß auch der Umgang mit „Elektronengehirnen“ erlernt werden muß. Hiermit haben wir 1956 begonnen; gleichzeitig wurde untersucht wie weit es zweckmäßig ist, programmgesteuerte Rechenautomaten für die Erledigung der in der Geophysik in immer größer werdendem Umfang anfallenden Rechenarbeiten einzusetzen. Wegen der großen Bedeutung der Reflexionsseismik im Rahmen der Geophysik ergab sich speziell die Frage, ob es möglich sein würde, die beim seismischen

Außenbetrieb anfallenden Arbeiten, insbesondere die „Profilkonstruktion“, mit dem Rechenautomaten durchzuführen. Der mathematische Teil des Problems war schnell gelöst; die Ergebnisse für ein erstes theoretisches Profil, das allerdings noch keine Störungen enthielt, lagen nach wenigen Wochen vor. Die eigentlichen Programmierungsschwierigkeiten begannen jedoch erst, als zugelassen wurde, daß auch die brechenden Horizonte Störungen enthalten können. Zur Lösung dieses Problems mußten zahlreiche Versuche, die in den meisten Fällen eine Neuprogrammierung erforderlich machten, durchgeführt werden. Darüber hinaus zeigte sich, daß zu jener Zeit noch keine Rechenautomaten zur Verfügung standen, die bei einem wirtschaftlich vertretbaren Preis über den notwendigen Speicherraum und über hinreichend schnelle Ein- und Ausgabeeinheiten verfügten, so daß in der



Eingabedaten für das Modell eines Profil-Querschnittes



Graphische Darstellung eines Profil-Querschnittes

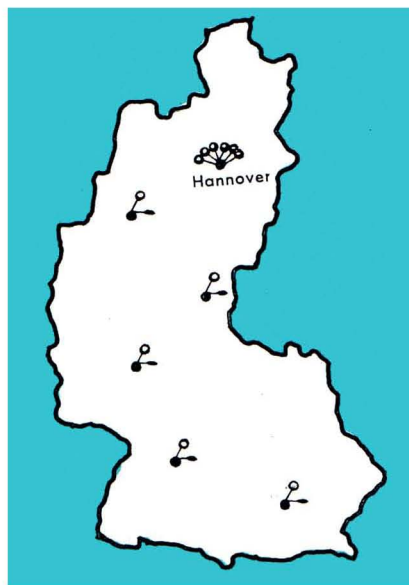
Anfangszeit das Programm zur Errechnung von Lage und Neigung der Reflexionselemente für verschiedene Rechenautomaten immer wieder neu geschrieben werden mußte. Andere Probleme der Geophysik waren der Programmierung besser zugänglich; für ihre Bearbeitung waren auch die damals auf dem Markt befindlichen Maschinen vollkommen ausreichend. So wurden im Laufe der Zeit Programme

- zur Berechnung von Ableitungen, Restschwere und Regionalfeldern auf Grund der Bouguer'schen Schwereanomalie,
- zur Berechnung von Lorac-Karten (= Navigationskarten für Prospekta) und
- zur Berechnung von Laufzeit-Weg-Tabellen

entwickelt und routinemäßig erfolgreich angewendet, wofür in verschiedenen Rechenzentren, die mit Automaten unterschiedlicher Systeme ausgerüstet waren, Maschinenzeit gemietet wurde. Unsere Hauptaufgabe bestand aber nach wie vor darin zu untersuchen, ob sich ein brauchbares Programm für die Reflexionsseismik entwickeln läßt.

Im Jahre 1960 wurden in Deutschland erstmals Rechenautomaten bekannt, die bei angemessenem Preis über die für geophysikalische, spez. seismische Berechnungen geforderte technische Ausrüstung verfügten. Das Seismikprogramm, von dem es nun schon etliche Vorläufer gab, wurde für einen Elektronenrechner dieser Art umgeschrieben und der erste seismische Auswerteauftrag wurde im Winter 1960/61 erfolgreich unter Benutzung eines Rechenautomaten NATIONAL ELLIOT 803 durchgeführt. Da die Kapazität des benutzten Rechenautomaten ausreichend war, sämtliche bei den seismischen Trupps der PRAKLA anfallenden Profilberechnungen zu übernehmen, und die bei der automatischen Datenverar-

beitung anfallenden Kosten vergleichbar denen sind, die bei manueller Konstruktion anfallen, war klar, daß für die PRAKLA der Betrieb eines eigenen Rechenzentrums lohnend sein würde. Darüber hinaus konnte ein PRAKLA-eigenes Rechenzentrum auch für solche Aufgaben herangezogen werden, die wegen ihres großen Umfangs oder der geforderten großen Genauigkeit mit manuellen Methoden nur unter größten Schwierigkeiten hätten zu Ende geführt werden können.



Von PRAKLA
benutzte Rechenzentren

Blick in das Rechenzentrum der PRAKLA



ZAHLEN IN

DEZIMAL-	DUAL-		MASCHINEN Darstellung
10 ¹⁰	2 ³	2 ⁰	0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1
0		0	
1		1	
2		1 0	
3		1 1	
4		1 0 0	
5		1 0 1	
6		1 1 0	
7		1 1 1	
8		1 0 0 0	
9		1 0 0 1	
10		1 0 1 0	
11		1 0 1 1	
12		1 1 0 0	
13		1 1 0 1	
14		1 1 1 0	
15		1 1 1 1	
16		1 0 0 0 0	
17		1 0 0 0 1	

Rechnung gehörigen Daten werden mit Lochstreifen über fotoelektrische Leser, die bis zu 500 Zeichen pro Sekunde verarbeiten können, in den „Kernspeicher“ der Rechenmaschine eingelesen. Die für die Eingabe benötigten Lochstreifen werden mit einer Fernschreibmaschine oder mit einer elektrischen Addiermaschine mit Lochstreifenzusatz hergestellt. Die Daten, d. h. die bei einem bestimmten Rechnungsvorgang verwendeten Dezimalzahlen, werden normalerweise zunächst vom Rechenautomaten in Dualzahlen umgewandelt, da dieses Zahlensystem nur die beiden Ziffern 0 und 1 enthält und der Rechenautomat für ihre Verwirklichung daher nur zwei physikalische Zustände benötigt wie beispielsweise:

Strom vorhanden,
Strom nicht vorhanden.

oder

Magnetisierungsrichtung plus (+),
Magnetisierungsrichtung minus (-).

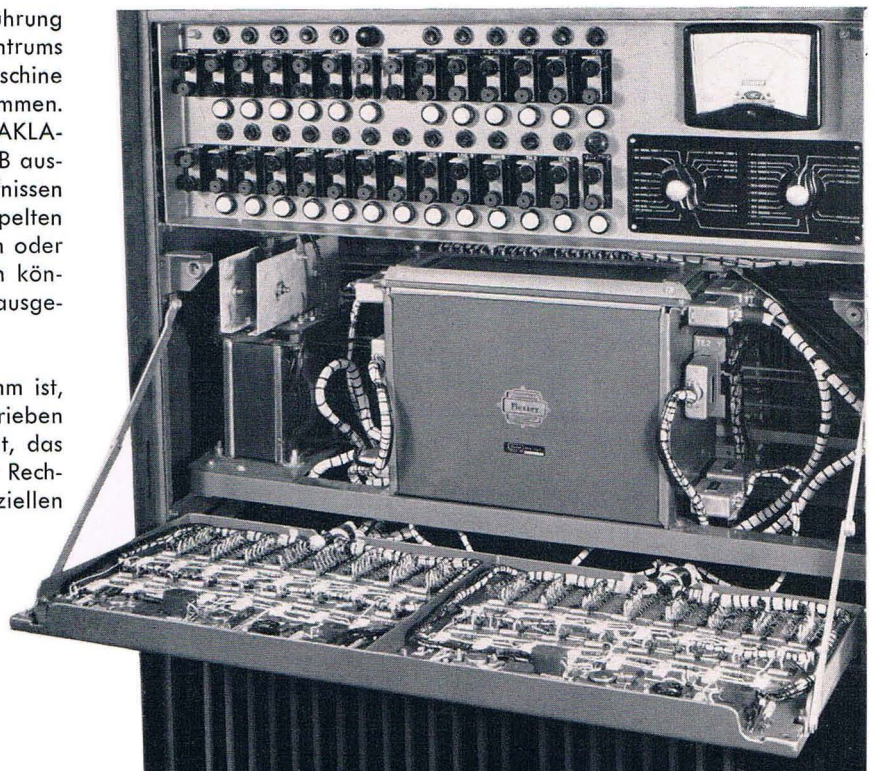
Die Speicherung der Dualzahlen erfolgt beispielsweise dadurch, daß in Ringen aus magnetisierbarem Material die Flußrichtung des Magnetfeldes entweder im oder gegen den Uhrzeigersinn läuft.

In jeder, aus 40 Ferritkernen bestehenden Zelle des Speichers können entweder zwei Befehle oder eine 39stellige Dualzahl – diese entspricht einer 11stelligen Dezimalzahl – enthalten sein. Der Rechenautomat arbeitet dann in der Weise, daß er Befehl nach Befehl aus dem Speicher in Form elektrischer Impulse in das sogenannte Steuerwerk holt. Das Steuerwerk ist eine komplizierte elektronische Schaltung, die so aufgebaut ist, daß der Befehl entschlüsselt werden kann; das bedeutet, daß die Maschine im Steuerwerk auf Grund der Folge elektrischer Impulse, die den Befehl in der Maschine

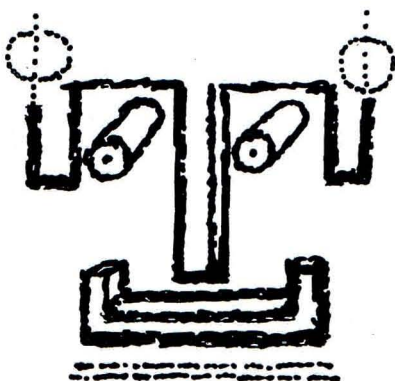
Im Frühjahr 1961 wurde deshalb von der Geschäftsführung der Entschluß gefaßt, mit dem Aufbau eines Rechenzentrums zu beginnen. Es wurde am 5. 10. 1961 mit einer Leihmaschine vom Typ NATIONAL ELLIOTT 803 B in Betrieb genommen. Die Leihmaschine wurde am 1. 12. 1961 gegen einen PRAKLA-eigenen Automaten vom Typ NATIONAL ELLIOTT 803 B ausgetauscht. Diese Maschine wurde, den speziellen Bedürfnissen der Geophysik Rechnung tragend, mit einem doppelten Kernspeicher, in dem 8192 ca. 11 stellige Dezimalzahlen oder die doppelte Anzahl von Befehlen gespeichert werden können, zwei Eingabekanälen und zwei Ausgabekanälen ausgerüstet.

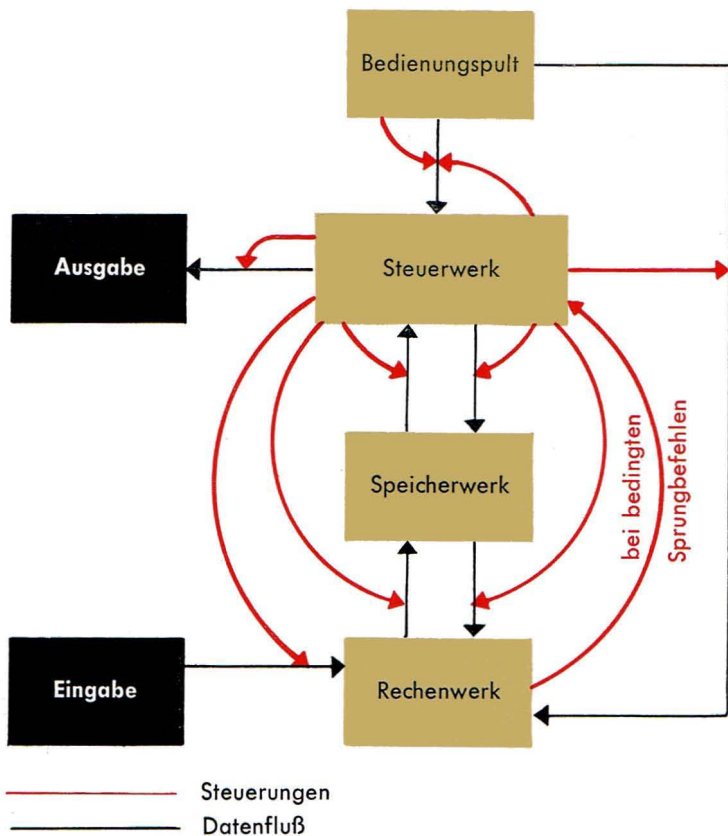
Wie arbeitet nun ein derartiges „Elektronengehirn“?

Da, wie bereits gesagt, ein Elektronengehirn sehr dumm ist, muß ihm jeder kleinste Rechenschritt genau vorgeschrieben werden. Es wird also ein sog. „Programm“ aufgestellt, das alle „Befehle“ enthält, die für den richtigen Ablauf der Rechnung sorgen. Dieses Programm und die zu einer speziellen



„Kernspeicher“





symbolisiert, feststellen kann, welche Art von Rechenoperation (Addition, Subtraktion usw.) durchgeführt werden soll und in welcher Speicherzelle – die Speicherzellen sind wie die Anschlüsse eines Fernsprechnetzes numeriert – der Operand steht.

Nach der Entschlüsselung wird vom Steuerwerk her das Rechenwerk auf

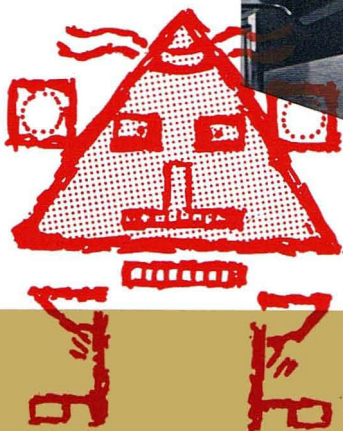
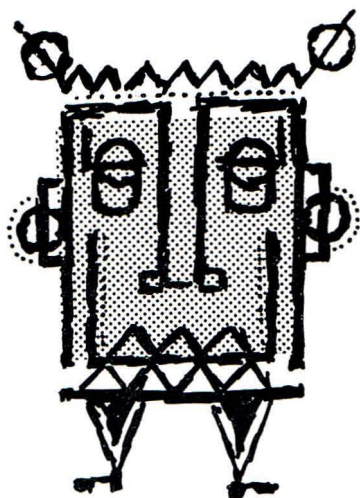
„Addieren“,
„Subtrahieren“ usw.

geschaltet und es wird außerdem, ähnlich wie in einem Fernsprechwahlamt, automatisch eine Verbindung zwischen dem Rechenwerk und der Speicherzelle hergestellt, in der der Operand steht.

Für die Durchführung einer solchen, im Einzelablauf beschriebenen Operation benötigt die Maschine je nach Art der Rechenoperation, die durchgeführt werden soll, zwischen 0,25 und 12 ms. Im Programmablauf kann die Maschine durchschnittlich in der Sekunde ca. 250–1000 Rechenoperationen durchführen, wobei das Ergebnis jeweils einer 11-stelligen Dezimalzahl entspricht.

Durch spezielle Befehle kann die Maschine außerdem veranlaßt werden, die zu einer Dezimalziffer oder zu einem beliebigen Zeichen gehörende Lochkombination, die im Fernschreibalphabet enthalten ist, in einen Lochstreifen zu stanzen. Die größte Stanzgeschwindigkeit beträgt bei der NATIONAL ELLIOTT 803 B einhundert Zeichen pro Sekunde.

Datenfluß und Steuerungsmöglichkeiten in der National Elliott 803 B



Lochstreifenstation für die Ein- und Ausgabe

Namen der Teile von links nach rechts:

Lochstreifenleser für Kanal 1 und 2

Fernschreibmaschine

Lochstreifenastler

Lochstreifenstanzer für Kanal 1 und 2

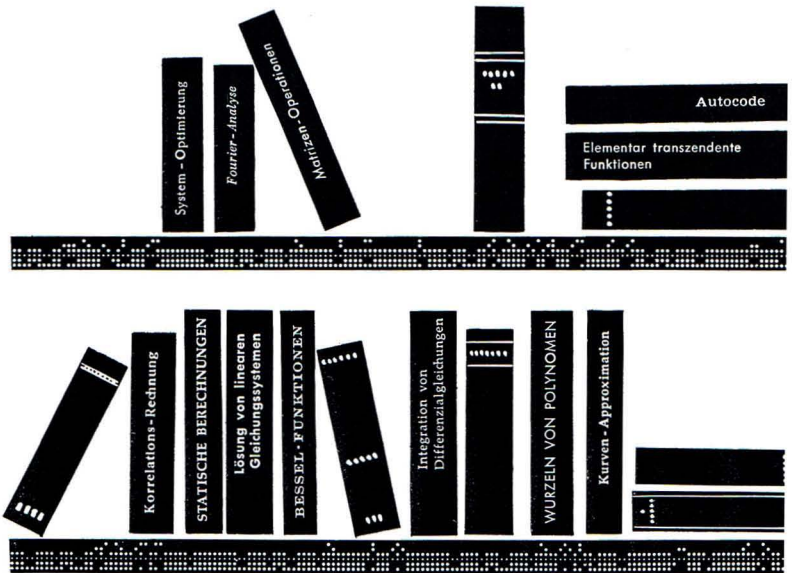


Den Benutzer des Rechenzentrums interessiert jedoch weniger Aufbau und Wirkungsweise des Automaten, sondern die Frage, welche Probleme bearbeitet werden können. Ein Blick in die „Programm-bibliothek“ gibt ihm darüber Auskunft.

Der Hersteller des Automaten liefert im wesentlichen nur die zum Betrieb der Maschine notwendigen Programme, so z. B. den Autocode. Der Autocode ist ein Programmierungssystem, bei dem die Maschine einen Teil der Programmierungsarbeit übernimmt. Während die Maschine normalerweise nur Befehle, die im Maschinencode geschrieben sind, d. h. aus einer Folge von Ziffern aufgebaut sind, lesen und „verstehen“ kann, veranlaßt das Programm des Autocode den Automaten, symbolisch geschriebene Befehle in die Maschinensprache zu übersetzen.

Das Programmsystem zur Lösung geophysikalischer Aufgabenstellungen mußte von der PRAKLA entwickelt werden. Als erstes wurde ein Zyklus von Programmen aufgebaut, der zur Lösung der in der Reflexionsseismik anfallenden Aufgaben geeignet ist. Dieser Programmzyklus enthält zunächst Programme, mit denen die bei den verschiedenen Verfahren zur **Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in der Erdrinde** anfallenden Rechenarbeiten durchgeführt werden. So kann beispielsweise auf Grund der Meßwerte einer Akustik-Log-Messung ein Geschwindigkeitsgesetz bestimmt werden, das linear mit der Tiefe zunimmt. Auch die beim **reflexions-**

PROGRAMM-BIBLIOTHEK



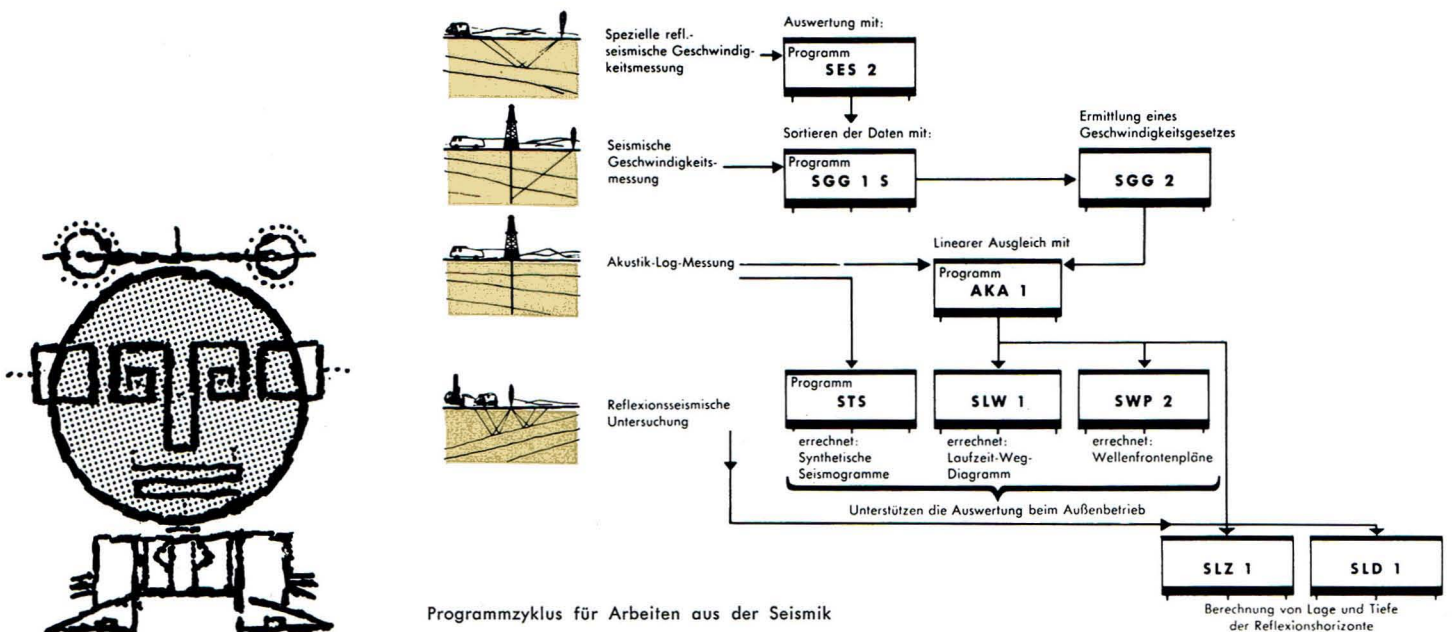
803-Programmblatt

Adresse des vorhergehenden Befehles	Adresse	Befehle					Bemerkungen
		F ₁	A ₁	B	F ₂	A ₂	
0	73	0,3	:	40	1,3	→ Unterprogr. Eingabe	
1	16	0,2	:	40	2,		
2	73	0,3	:	40	1,3	→ Unterprogr. Eingabe	
3	20	1,2	:	53	1,2		
4	16	1,2	:	30	0,2		
5	53	0,2	:	04	1,2		
6	73	0,4	:	40	1,4	→ Unterprogr. Wurzel	
7	73	0,5	:	40	1,5	→ Unterprogr. Ausgabe	
8	40	8,	:	00	0	Schluss	
9							
0							
1							

803 - AUTOCODE - PROGRAMMBLATT

PROGRAMM: BLATT NR.:

REF	BEFEHL	BEMERKUNGEN
	SETV ABC	
	SETF SQRT	Vorbereitung
	SETR 1	
1)	READ A	Einlesen
	READ B	
	A = A * A	Berechnen von x
	B = B * B	
	X = A + B	
	X = SQRT X	Ausgabe
	PRINT X	
	STOP	Schluß
	START 1	



REFLEXIONSSEISMISCHE GESCHWINDIGKEITSBESTIMMUNG
ERGEBNISSE ERRECHNET MIT SES 2

HORIZONT:		No 15	
S	G	T	T(2)
0	0	1.572	2.471184
0	1	1.581	2.499561
1	0	1.582	2.502724
0	-1	1.575	2.480625
-1	0	1.582	2.502724
-1	1	1.603	2.569609
1	-1	1.599	2.556901
-1	1	1.603	2.569609
1	-1	1.597	2.550409
-1	2	1.654	2.735716
2	-1	1.650	2.722500
-2	1	1.630	2.656900
1	-2	1.641	2.692881
-2	2	1.630	2.856100
2	-2	1.712	2.930944

AUFTRAG: DEMONSTRATION SES 2 (61 053)
PROFIL: BEISPIEL 1 (3)
AUSGEWERTET AM: 3.9.1961/SCHN.
ABGELICHT AM: 11.10.1961/SCHN.

BEZUGSNIVEAU: -16.

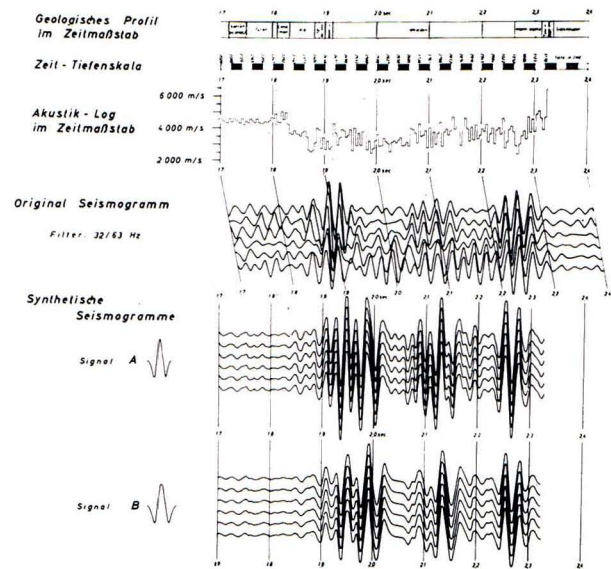
ANZAHL DER AUSGEWERTETEN HORIZONTE: 18
AUFSTELLUNGSWEITE: 500.

BEDEUTUNG DER BENUTZTEN SYMBOLE
A = ABSTAND EINES S.P. ODER GEOPHONES VOM SYMMETRIEPUNKT, GEMESSEN IN AUFSTELLUNGSWEITEN
G' = GEOPHONKORREKTURZEIT IN S
S' = SCHUSSKORREKTURZEIT IN S
N = ANZAHL DER FÜR DIE RECHNUNG BENUTZTEN STRAHLEN
S = ABSTAND DES S.P. VOM SYMMETRIEPUNKT (IN AUFSTELLUNGSWEITEN)
G = ABSTAND DES GEOPHONS VOM SYMMETRIEPUNKT (IN AUFSTELLUNGSWEITEN)
T = KORRIGIERTE REFLEXIONSZEIT
T(2) = QUADRAT DER LAUFZEIT
J = LAUFENDE NUMMER DES HORIZONTES
L = TO-ZEIT IN S
M = TIEFE DES HORIZONTES IN M
W = NEIGUNGSWINKEL DES HORIZONTES IN GRAD
V = DURCHSCHNITTSGESCHWINDIGKEIT IN M/S
F = FEHLER VON V IN M/S
E = INTERVALLGESCHWINDIGKEIT ZWISCHEN DEN HORIZONTEN Q UND J IN M/S
Q = WIE E, JEDOCHE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER BRECHUNG NACH DIX
T(2) = DIFFERENZ DER LOTZEITEN ZWISCHEN DEN HORIZONTEN G UND J IN S
H(CD) = DIE AUF GRUND VON T(2) UND F ERRECHNETE TIEFENDIFFERENZ IN M

Q	J	E	F	T(2)	H(CD)
6	8	3737.	3672.	0.108	198.
5	8	4772.	4388.	0.275	604.
4	8	4027.	3847.	0.551	1060.
3	8	3863.	3700.	0.728	1350.
2	8	3841.	3693.	0.728	1345.
1	8	3606.	3479.	1.065	1853.

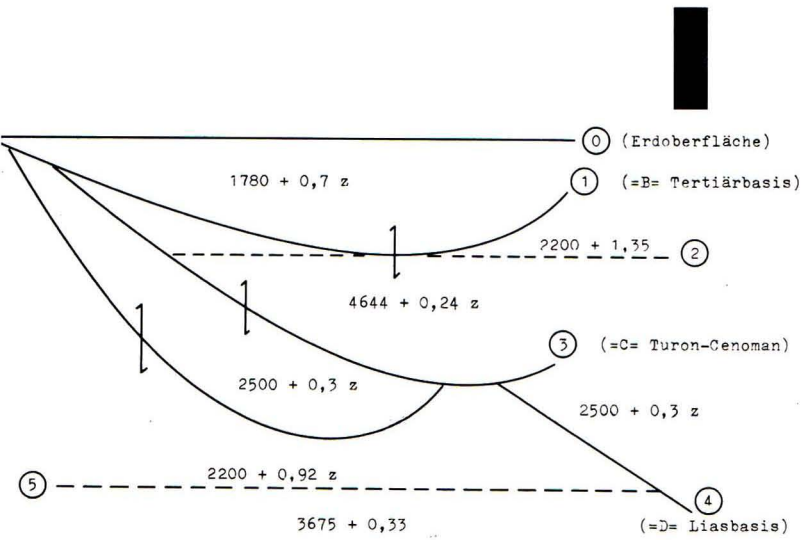
Ausgabeprotokoll
bei Errechnung von Schallgeschwindigkeiten
aufgrund spezieller reflexionsseismischer
Geschwindigkeitsmessungen

seismischen Geschwindigkeitsschießen anfallenden Rechenarbeiten können mit dem Automaten durchgeführt werden. Die Rechenarbeiten sind in diesem Fall so umfangreich, daß die Möglichkeit, einen Rechenautomaten bei der Auswertung zu benutzen, eine wesentliche Erleichterung bringt; die erwähnte Meßmethode wird bezeichnenderweise von der PRAKLA erst im größeren Umfang angewendet, seit für die Rechenarbeiten der Automat benutzt werden kann. Weitere Programme aus dem Gebiet der Reflexionsseismik geben die Möglichkeit, auf Grund verschiedener Geschwindigkeitsmessungen das für ein Meßgebiet zwischen den einzelnen Gleithorizonten gültige **Geschwindigkeitsgesetz** nach den Methoden der Ausgleichsrechnung zu bestimmen. Für den Fall, daß die reflexionsseismischen Profile manuell konstruiert werden sollen, können im Rechenzentrum **Laufzeit-Weg-Diagramme** und die Konstruktionselemente von **Wellenfrontenpläne** errechnet werden, wodurch die Arbeit beim Trupp erleichtert wird. Auch die **Tiefe, Neigung und Lage der Reflexionselemente** kann auf Grund der gemessenen Lotzeiten im Rechenzentrum mit dem Rechenautomaten ermittelt werden. Dabei ist es im Gegensatz zum manuellen Verfahren möglich, die Strahlenkrümmung und die Strahlenknickung auch in komplizierteren Fällen zu berücksichtigen. Da die Maschine die Rechnungen mit neunstelliger Genauigkeit durchführt, können

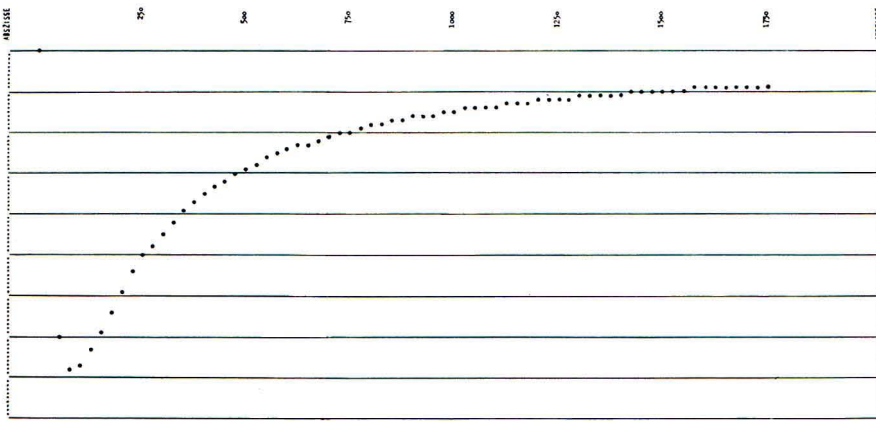


Ausschnitt aus einem synthetischen Seismogramm

außerdem mehr brechende Horizonte berücksichtigt werden als dies beispielsweise bei graphischen Verfahren möglich wäre. So wurden bereits an der Flanke von Salzstöcken liegende Profile mit 8 Gleithorizonten gerechnet. Gelegentlich ist es notwendig, bei der Berechnung von Lage und Tiefe des Reflexionselementes zu berücksichtigen, daß der Schallstrahl die Profilebene verläßt. In diesem Fall muß der räumliche Verlauf des Schallstrahles bestimmt werden. Arbeiten dieser Art können ebenfalls mit dem Rechenautomaten durchgeführt werden. Zur Zeit steht jedoch nur ein Programm zur Verfügung, das die **dreidimensionale Rechnung** auf Grund der in der Umgebung von Profilschnittpunkten gemessenen Lotzeiten ermöglicht. In den letzten Jahren ist es durch die Analyse von kontinuierlichen Geschwindigkeitsmessungen möglich geworden, das Zustandekommen von Reflexionen zu verstehen, indem auf Grund der in einer kontinuierlichen Geschwindigkeitsmessung gewonnenen Meßwerte ein **synthetisches Seismogramm** errechnet wird. Programme zur Berechnung synthetischer Seismogramme wurden entwickelt und erfolgreich angewendet. Die Benutzung synthetischer Seismogramme kann die Auswertung der Reflexionsseismogramme wesentlich erleichtern, da das synthetische Seismogramm in vielen Fällen den genauen Zusammenhang zwischen dem Meßobjekt, d. h. dem Aufbau der Erdrinde und den abstrakten Schwingungsformen des Feldseismogrammes zeigt.



Schematische Darstellung der bei Berechnung der seismischen Profile eines Meßgebietes zu berücksichtigenden Gleithorizonte



Totalintensität einer horizontalen Platte,
errechnet mit N. E. 803 B,
gezeichnet mit der Fernschreibmaschine

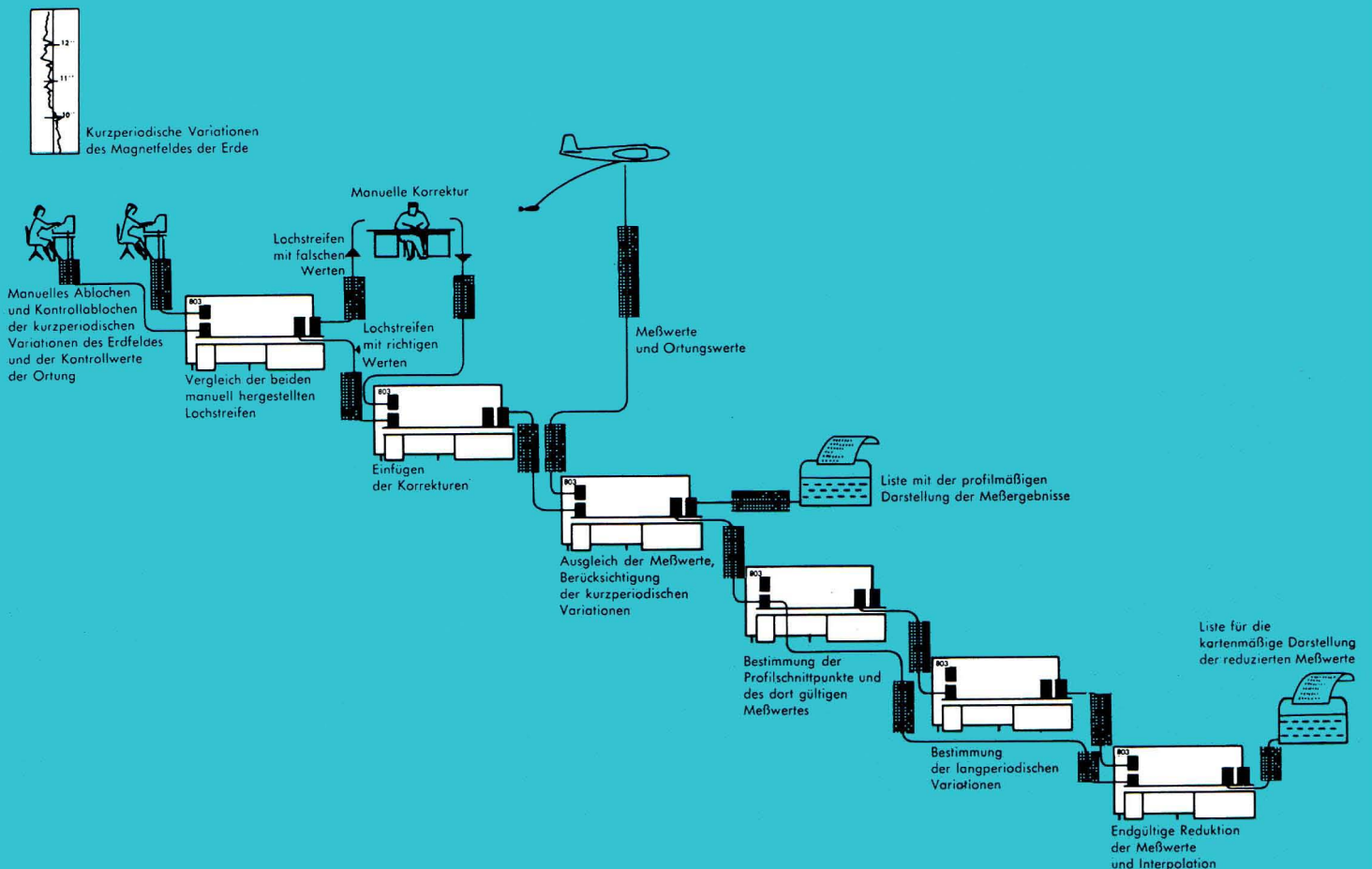
Sehr dringend war auch die Herstellung von Programmen für die **Auswertung von aeromagnetischen Messungen**, weil hier in relativ kurzer Zeit besonders viele Meßwerte anfallen. Es wurde zunächst ein Programmsystem entwickelt, das es gestattet, das **magnetische Feld von Modellkörpern** für beliebige Werte der Suszeptibilität, der Totalintensität, des ungestörten Erdfeldes und der Inklination zu errechnen. Diese Modellfelder vereinfachen die Auswertung der normalerweise nur schwer deutbaren geomagnetischen Meßergebnisse.

Daneben entsteht zur Zeit ein Programmzyklus, mit dem die aeromagnetisch gewonnenen Meßwerte vollautomatisch in die für die Darstellung geeignete Form umgerechnet werden können.

Bei aeromagnetischen Messungen werden, um die sehr umfangreiche Ablocharbeit zu sparen, die im Flugzeug anfallen-

den Meßdaten vom Meßgerät direkt in einen Lochstreifen gestanzt. Die in einer Bodenstation gemessenen Korrekturwerte müssen jedoch manuell abgelocht werden, wobei Fehler nicht ausgeschlossen sind. Sie werden daher zweimal abgelocht und im ersten Schritt des Programmzyklus für die Auswertung aeromagnetischer Messungen vom Rechenautomaten geprüft. Im nächsten Schritt werden im Automaten die in der Luft und am Boden gemessenen Werte zusammengefaßt und es wird die profilmäßige Auswertung durchgeführt.

Mit dem dritten Programm wird die Interpolation der Meßwerte an den Kreuzungspunkten vorgenommen, mit dem vierten werden die Meßwerte an den Profilschnittpunkten ausgeglichen. Damit sind die Unterlagen für das letzte Programm gegeben, das die Daten für die Karte der magnetischen Anomalie zusammenstellt.



Neben den hier beschriebenen Programmen wurden alle Programme, die in der Zeit nach 1955 innerhalb der PRAKLA für Rechenautomaten anderer Systeme geschrieben wurden, umcodiert, so daß sie jetzt auch in unserem Rechenzentrum benutzt werden können.

Abschließend sei erwähnt, daß außer den geophysikalischen Programmen auch solche zur Lösung allgemeiner mathematischer Probleme wie z. B.:

- Annäherung empirisch ermittelter Werte durch Polynome höheren Grades,
- Durchführung der Fourier-Analyse,
- Lösung von Gleichungssystemen,
- Durchführung von Matrizenoperationen u. ä.

zur Verfügung stehen. Auch Aufgaben dieser Art können also in unserem Rechenzentrum sofort bearbeitet werden.

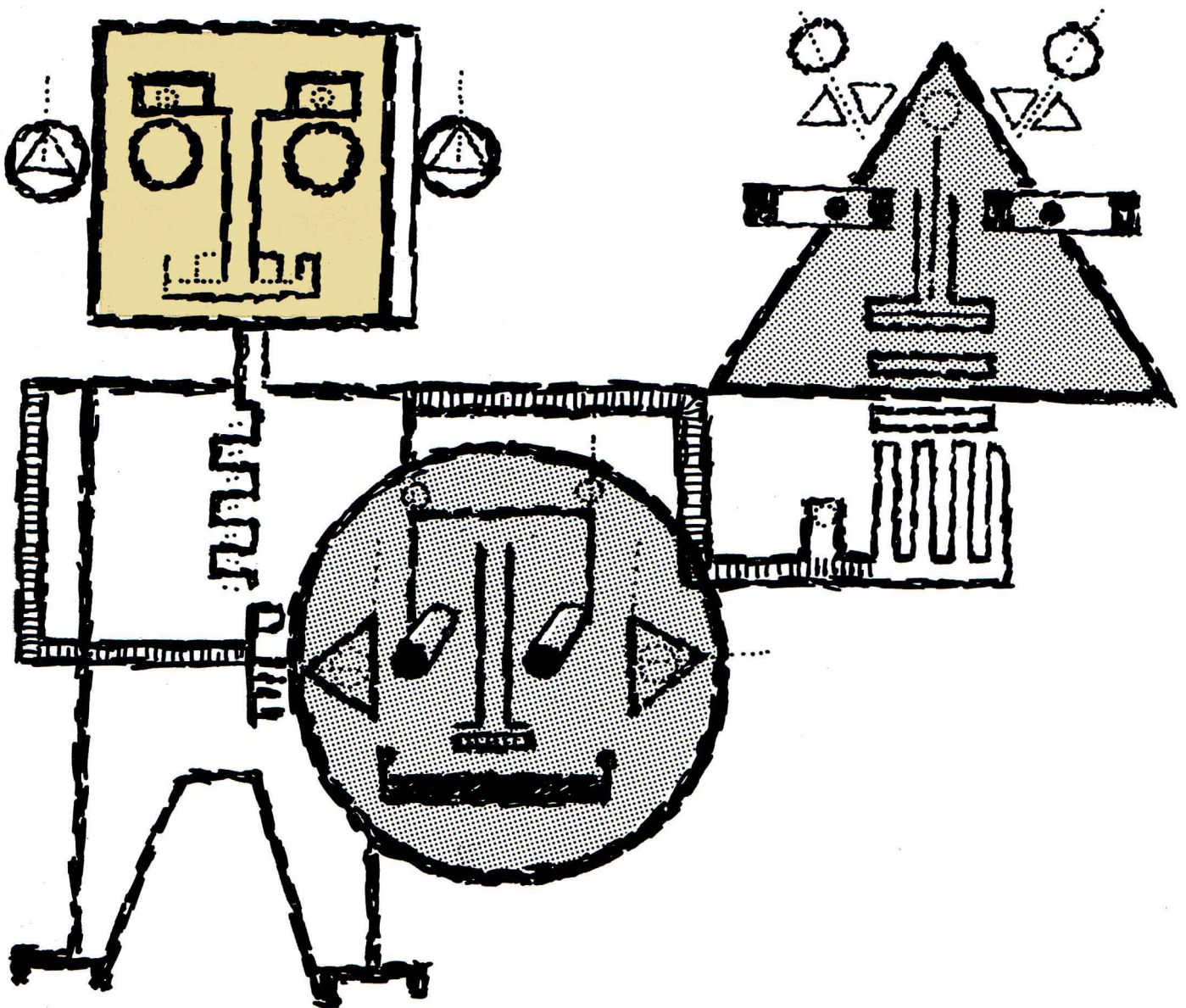
Die Tatsache, daß, wie bereits einleitend festgestellt, der Rechenautomat zwar ungeheuer fleißig aber auch unendlich dumm ist, wirkt sich naturgemäß auch auf den Verkehr mit dem Rechenzentrum aus. Dies bedeutet nicht etwa, daß die Dummheit des Rechenautomaten ansteckend auf das im Rechenzentrum arbeitende Personal wirkt, sondern, daß das Bedienungspersonal immer bedenken muß, wie kritiklos der

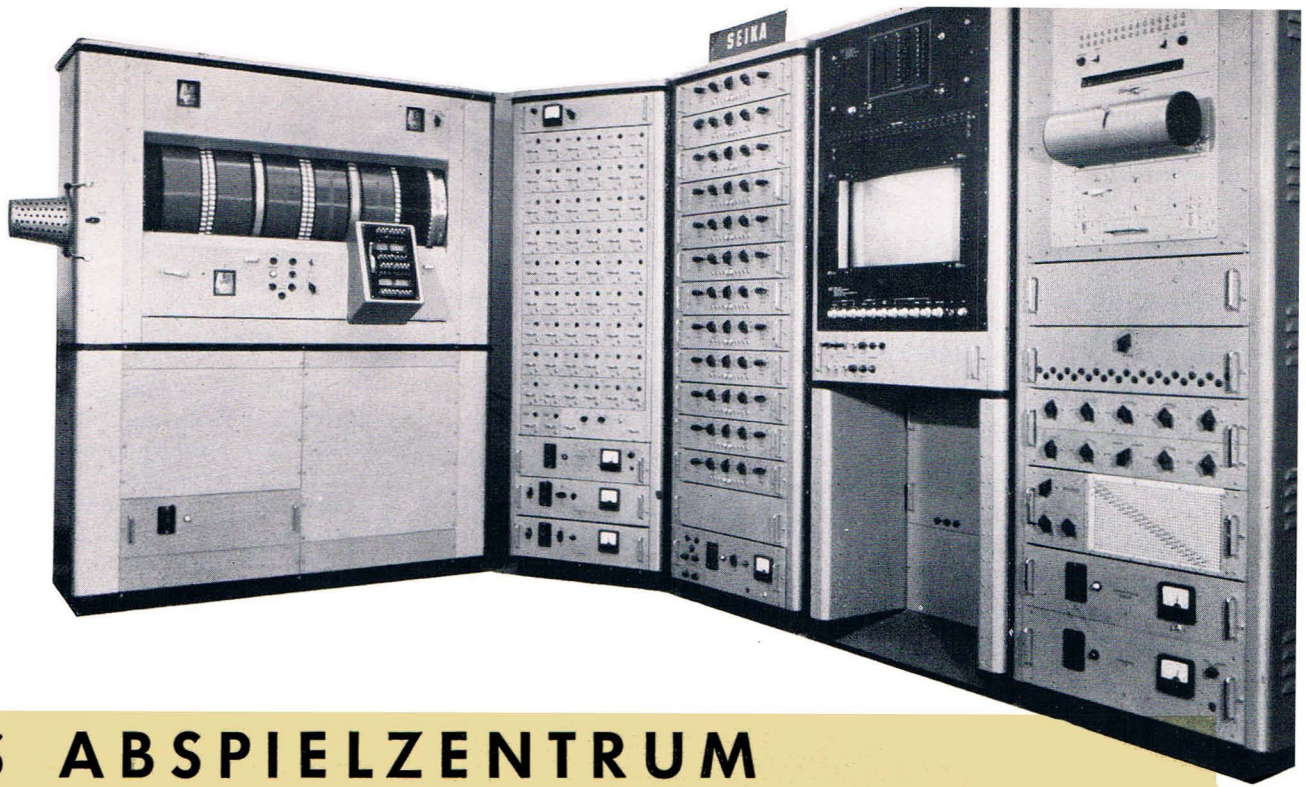
Rechenautomat die ihm angebotenen Eingabedaten einliest und zu verarbeiten versucht. So ist z. B. die einzulesende Größe stets in der vom Programm vorgesehenen Dimension anzugeben, da der Rechenautomat es durchaus für möglich hält, daß in einem seismischen Profil 2000 sec. Laufzeit gemessen wurde, wenn die einzulesenden Zeiten zwar laut Programm in Sekunden angegeben werden müssen vom Bearbeiter aber in Millisekunden angegeben wurden.

Um diese Schwierigkeiten beim Umgang mit Rechenautomaten zu umgehen, kann das ansonsten nicht sehr beliebte Formular benutzt werden. Zu jedem Programm wird ein Formblatt entwickelt, aus dem ersichtlich ist, in welcher Reihenfolge und in welcher Dimension die zu verarbeitenden Daten eingelesen werden. Diese Formulare sind in gewisser Hinsicht Teil der automatischen Datenverarbeitung, denn auch Formulare sind gewissermaßen „Denkmaschinen“ und geben bei der elektronischen Datenverarbeitung die einzige Möglichkeit, das Intelligenzgefälle zwischen Mensch und Automat zu überbrücken.

Obwohl das Rechenzentrum erst in jüngster Vergangenheit eingerichtet wurde, konnte es allen anderen Abteilungen der PRAKLA bei der Entwicklung und Abwicklung ihrer Arbeiten bereits wesentliche Hilfe geben.

G. Pott





DAS ABSPIELZENTRUM

Das Abspielzentrum der PRAKLA in Hannover blickt auf eine relativ junge Geschichte zurück. Die erste Abspielapparatur, unsere SEIKA, wurde im Jahre 1957 für das Abspielen von Magnetbändern der im Gelände eingesetzten Magnetbandapparaturen in Hannover in Betrieb genommen. Als die Zahl der Magnetband-Feldapparaturen in den vergangenen Jahren ständig zunahm, wurde auch das Abspielzentrum mit Abspielgeräten verstärkt, um die immer zahlreicher anfallenden Magnetbänder bearbeiten zu können. Trotz der Anschaffung weiterer Abspielapparaturen konnten die gestellten Aufgaben erst bewältigt werden, als die Geräte in mehreren Schichten eingesetzt wurden. So wurde im Jahre 1960 in zwei Schichten, vom Jahre 1961 ab überwiegend in drei Schichten gearbeitet.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen guten Überblick über die Entwicklung des Abspielzentrums vom Jahre 1956 bis heute:

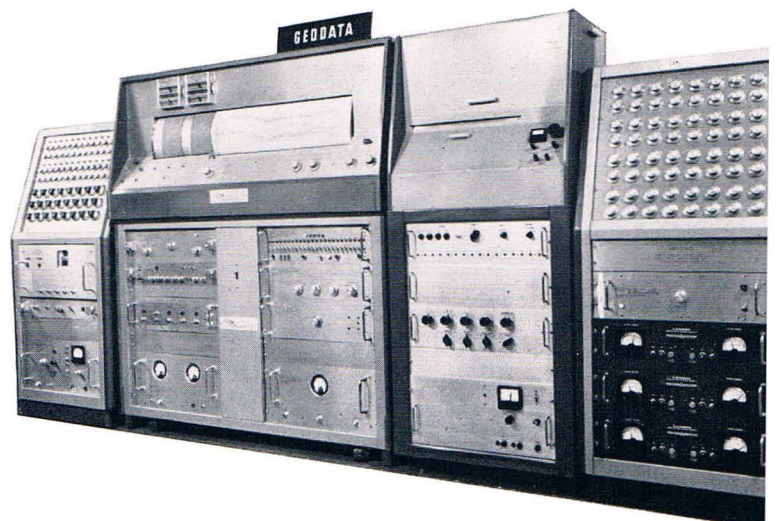
Jahr	Magnetband-Feldapparaturen	Abspielgeräte	Feldapparaturen je Abspielanlage	Personal im Abspielzentrum
1956	1	—	—	—
1957	2	1 SEIKA	2	2
1958	5	SEIKA + GEODATA	2,5	6
1959	10	SEIKA + GEODATA + PROFIOGRAPH	5,0	8
1960	14	SEIKA + GEODATA + PROFIOGRAPH	7,0	12
1961	25	SEIKA + 2 GEODATA + PROFIOGRAPH + DECATRACK	8,3	20
1962	30	SEIKA + 3 GEODATA + 2 PROFIOGRAPHEN + DECATRACK	7,5	24

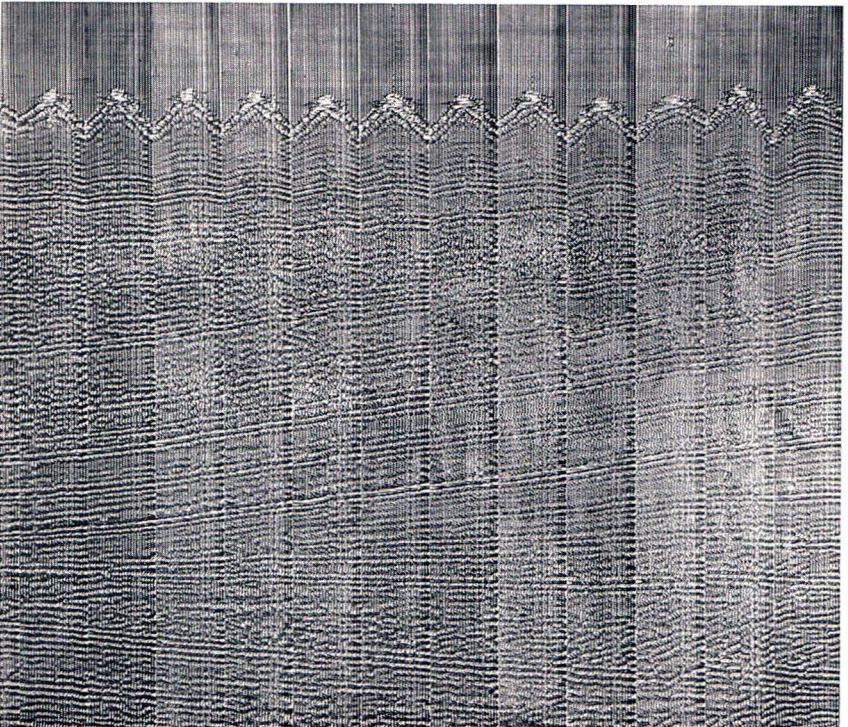
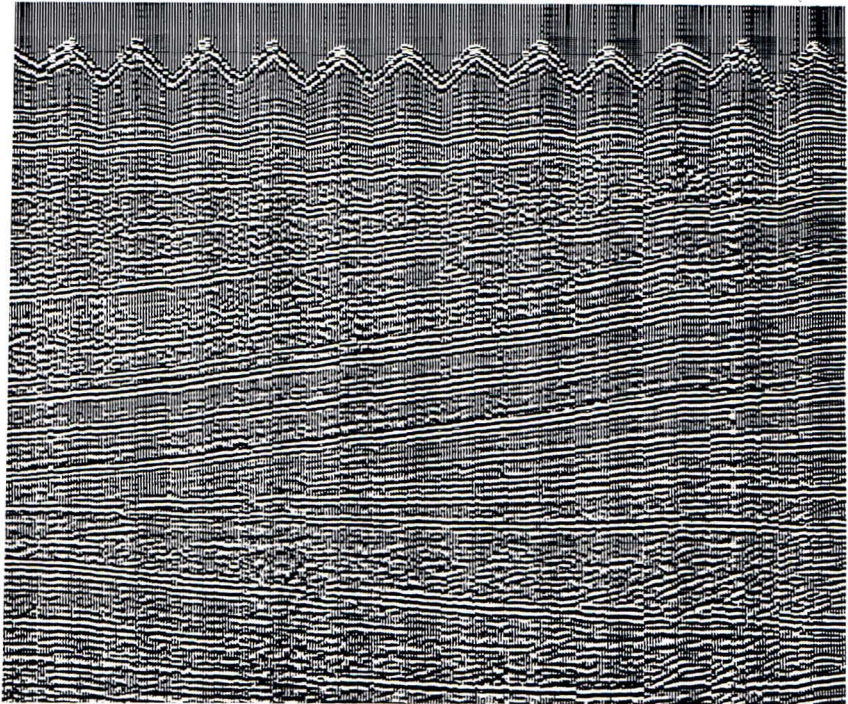
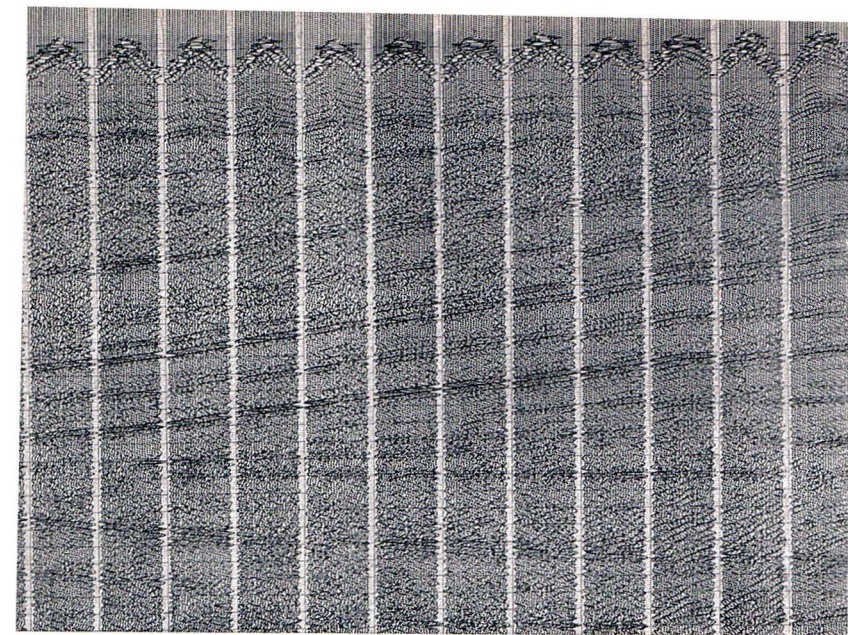
Aus dieser Übersicht geht klar hervor, daß die Magnetbandtechnik in immer größerem Maße in der angewandten Seismik eingesetzt wurde. Alle seismischen Trupps der PRAKLA sind seit geraumer Zeit mit Magnetbandapparaturen ausgerüstet und die Abspielzentrale arbeitet mit fast allen seismischen Außenbetrieben eng zusammen, besonders stark mit den im Ausland eingesetzten Trupps.

Um die Abspielmöglichkeiten noch weiter zu verbessern, werden zur Zeit eine Abspielanlage PRAKLA-eigener Bauart, eine MS 61, und eine Umspielanlage gebaut. Die Umspielanlage wird ermöglichen, frequenzmodulierte Bänder in amplitudenmodulierte und umgekehrt überzuführen.

Ein weiteres Abspielzentrum der PRAKLA wird in Wien aufgebaut. Es soll nicht nur die österreichischen Auftraggeber bedienen, sondern ist auch für die in Süddeutschland eingesetzten Trupps gedacht.

Über den Wert der Magnetbandtechnik wird heute, 6 Jahre nach ihrer Einführung in Deutschland, nicht mehr diskutiert. Heute geht es nur darum, die Erkenntnisse weiter auszubauen, die Technik zu verbessern und an Hand von typischen Beispielen immer weiteren Kreisen die vielfältigen Möglichkeiten der Magnetband-Abspieltechnik vorzuführen. Diese Festschrift gibt uns eine willkommene Gelegenheit, neben einigen prinzipiellen Erläuterungen zur Magnetbandtechnik





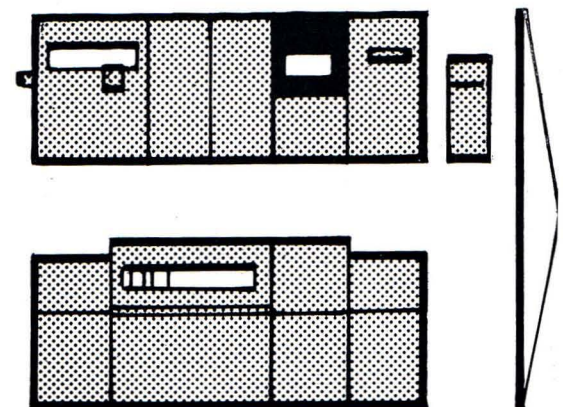
vor allem solche Beispiele zu zeigen, deren Inhalt auch heute noch zu Diskussionen Anlaß gibt. Sie sollen dazu beitragen, das Verständnis für diese Probleme weiter zu verbreitern und zu vertiefen.

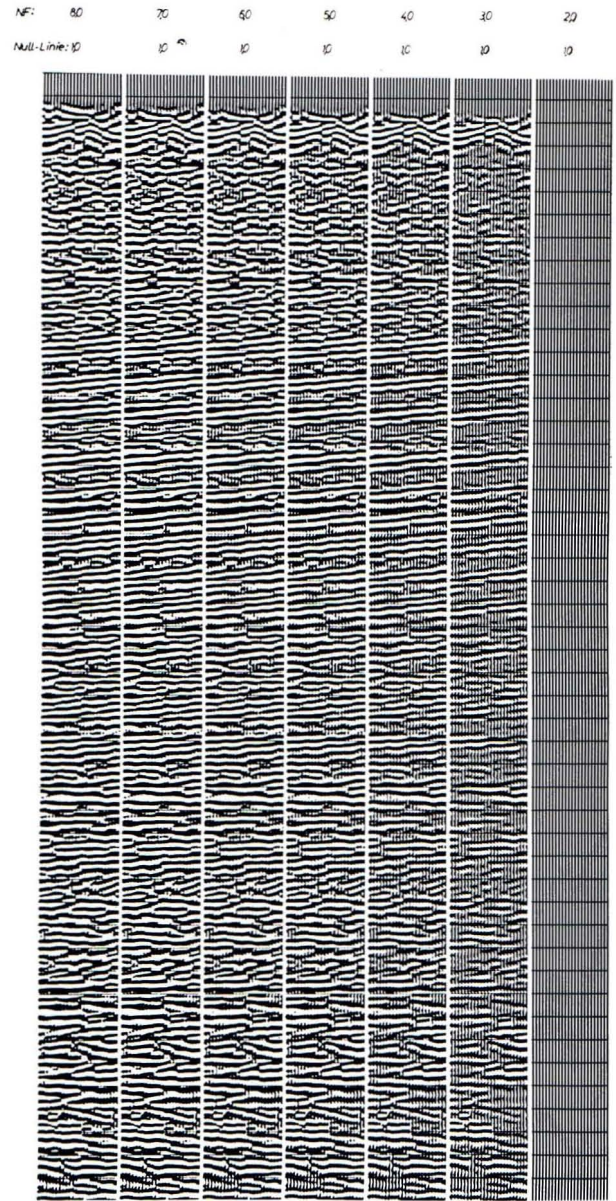
Die Ergebnisse der Abspiegelungen können bekanntlich in Linienschrift, Dichteschrift, Flächenschrift oder Kombinationen dieser Schriftarten wiedergegeben werden. Während man bei der Flächenschrift nur Schwarz-Weiß-Töne verwendet, werden bei der Dichteschrift Helligkeitsunterschiede aufgezeichnet, die kontinuierlich von weiß bis zu schwarz gehen. Die Dichteschrift entsteht dadurch, daß in einer Kathodenstrahlröhre die niederfrequente seismische Schwingung auf ein Gitter vor der Kathode gelegt wird. Die nun auftretenden Spannungsunterschiede verstärken oder schwächen den aus der Kathode austretenden Kathodenstrahl und damit die Schwärzung auf dem Fotopapier.

Bei der Flächenschrift steuert die niederfrequente seismische Spannung die Breite eines Rechteckimpulses, wodurch die schwarz-weiße Darstellung erreicht wird. Die flächenhafte Ausleuchtung wird bei beiden Darstellungsarten dadurch erzielt, daß an die Ablenkplatten der Kathodenstrahlröhre eine Wechselfspannung von 4 KHz gelegt wird, die den Kathodenstrahl in der Horizontalen viertausendmal in der Sekunde hin und herbewegt.

Die nebenstehenden Abbildungen zeigen ein Seismogrammprofil in Linienschrift, Flächenschrift und in der Kombination dieser beiden Schriftarten. In allen Schriftarten lassen sich die verschiedenen Reflexionshorizonte sehr gut verfolgen.

Oben:
Seismogrammprofil in Linienschrift
Mitte:
Seismogrammprofil in Flächenschrift
Unten:
Seismogrammprofil in Linien- und Flächenschrift

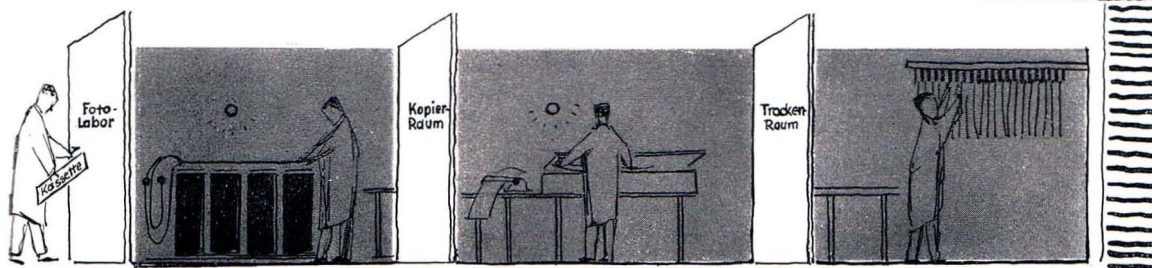
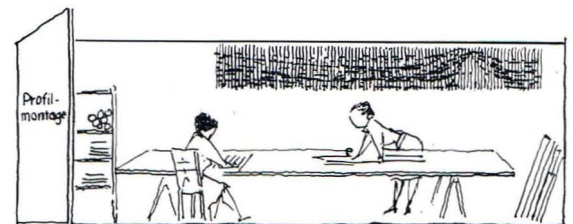




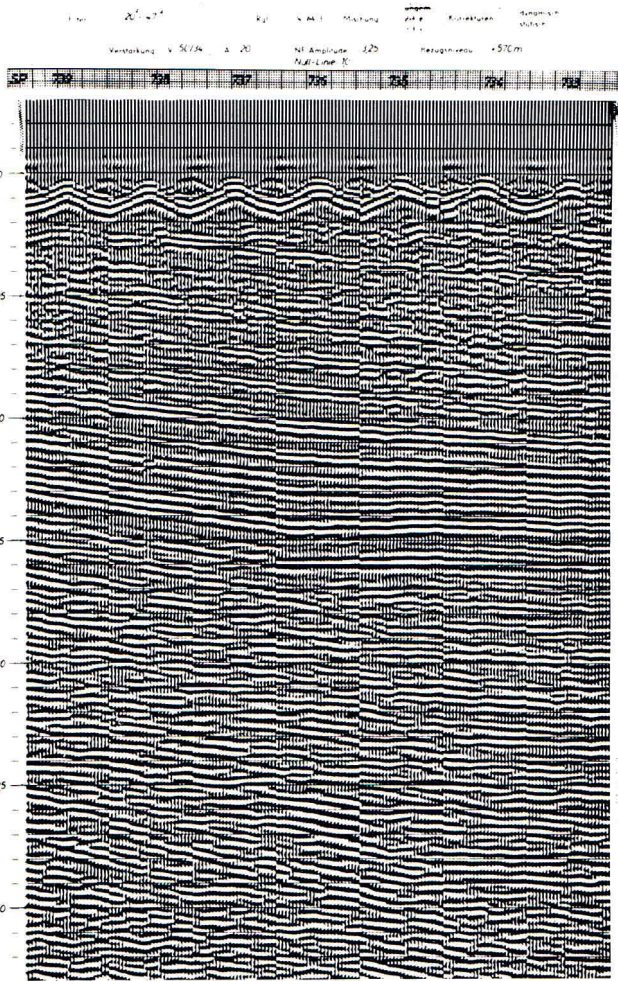
Flächenschrift mit verschiedenen Größen der Amplituden

Der große Vorteil aller dieser Seismogrammprofile ist der, daß viele Seismogramme mit einem Blick übersehen werden können, wodurch die tektonische Korrelation sehr erleichtert wird.

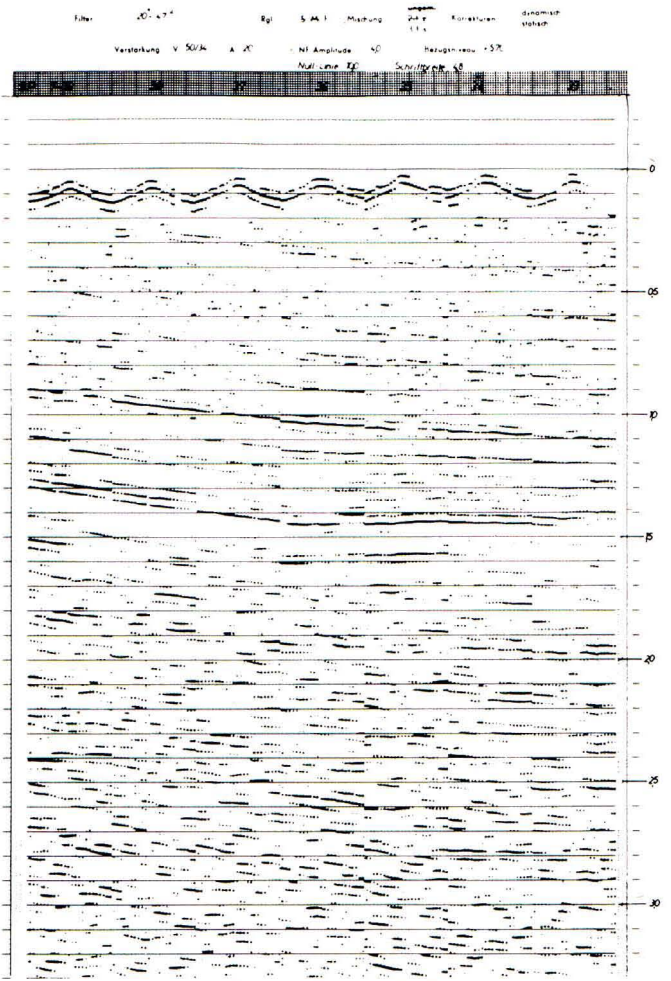
Die Flächenschrift kann sehr verschiedenartig dargestellt werden. Einen Überblick über die möglichen Flächenschriftarten gibt die nebenstehende Abbildung: Rechts im Bild wurde die Amplitude (NF) sehr klein gewählt; dadurch entsteht für jede Spur nur ein schwarzer Strich. Nach links fortschreitend wurde die Amplitude ständig vergrößert und zwar schließlich so stark, daß ein großer Teil der Schwingungen ausgeblendet wird. Im Kopf dieser Abbildung sind die Verhältniszahlen für die Größe der niederfrequenten seismischen Schwingung (NF) von 2,0 kontinuierlich steigend bis 8,0 angegeben. Die Abbildung mit dem NF-Wert 3,0 zeigt die klarste und charakteristischste Abspielung. Es wird hier die ganze Schwingung aufgezeichnet, die Spitzen der Amplituden werden nicht abgeschnitten, d. h. also nicht ausgeblendet. Die Charakteristik der verschiedenen Reflexionen verliert sich nach links immer mehr, so daß das Seismogramm mit der Abspielung NF 8,0 kaum noch eine Differenzierung zeigt. Um ein klares und übersichtliches Bild zu erhalten, muß dieses Seismogramm mit der NF-Amplitude 3,0 abgespielt werden.



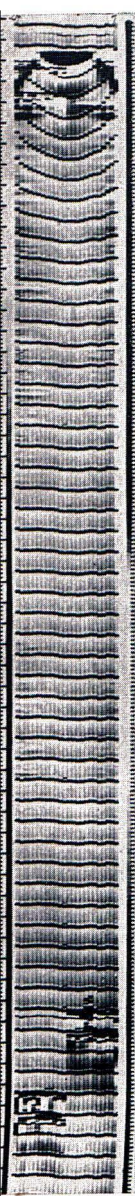
Die Entstehung von Seismogrammprofilen



Profil in Flächenschrift mit kleinen Amplituden

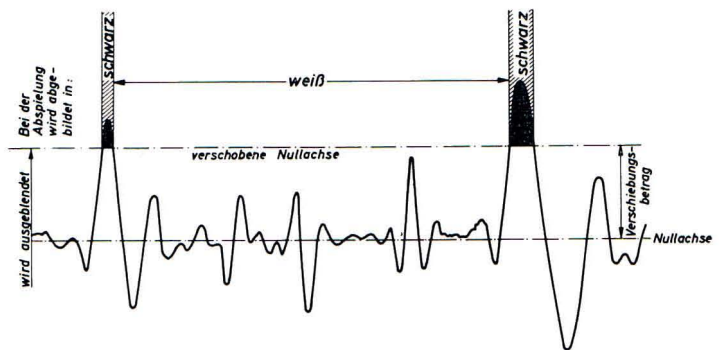
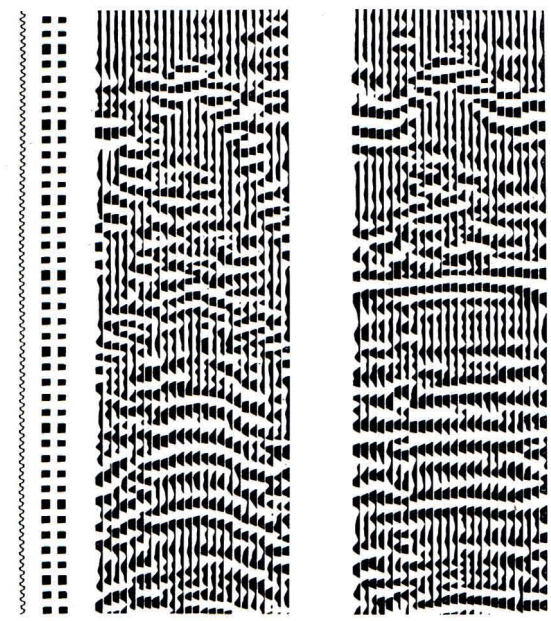


das selbe in Flächenschrift mit großen Amplituden und starker Null-Verschiebung



◀ Testband mit statischen und dynamischen Korrekturen

Abspielung mit und ohne dynamische Korrektur



Prinzip der Abspielung in Flächenschrift mit starker Nullverschiebung

Eine andere Möglichkeit, die Flächenschrift zu verändern, ergibt sich durch die sogenannte „Nullverschiebung“, die eintritt, wenn der Lichtstrahl nicht symmetrisch durch die Blenden geführt wird. Mit ihrer Hilfe kann vor allem das Ausblenden der kleineren Amplituden erreicht werden. Ob es zweckmäßig ist, bei der Abspielung in Flächenschrift eine Nullverschiebung vorzunehmen, hängt von dem Ziel der Untersuchung ab. Wenn nur das tektonische Gerippe gewünscht wird, führt eine Abspielung mit großen Amplituden und starker Nullverschiebung sicherlich sehr schnell zu einem Ergebnis.

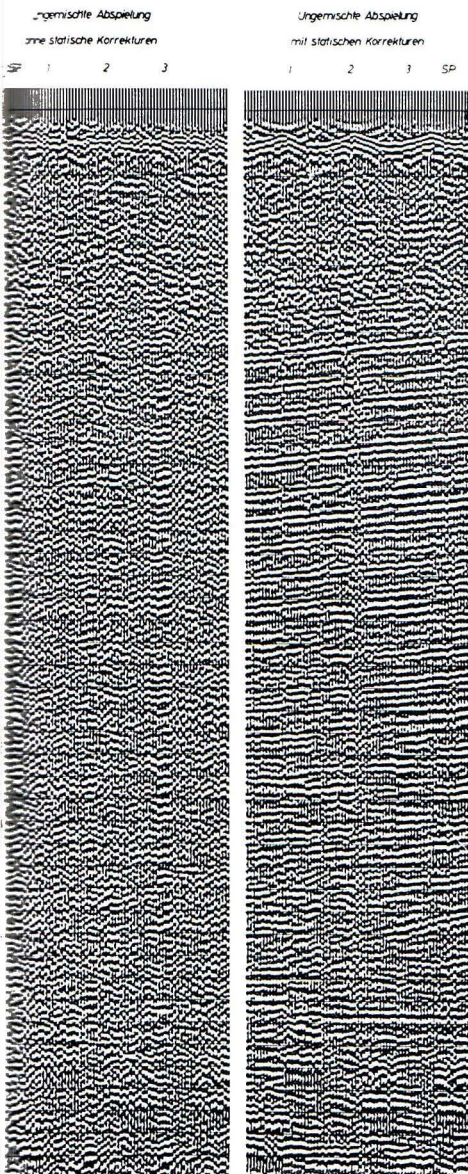
Durch statische und dynamische Korrekturen können die Reflexionsbilder oft wesentlich verbessert werden. Die statischen Korrekturen sollen die Unterschiede in den Laufzeiten ausgleichen, die durch das Relief der Erdoberfläche und durch Geschwindigkeitsänderungen in den oberflächennahen Schichten hervorgerufen werden. In manchen Meßgebieten können brauchbare Ergebnisse überhaupt erst nach Anbringen von statischen Korrekturen erhalten werden, wie tieferstehende Abbildung erkennen läßt.

Die dynamische Korrektur soll die gekrümmten Reflexionen geraderichten. Die Krümmungen der Laufzeithyperbel sind bekanntlich bei kleinen Laufzeiten und großen Aufstellungsweiten der Geophone am größten und werden mit größeren Laufzeiten kleiner. Durch eine richtige dynamische Korrektur wird der Inhalt des Bandes bei der Abspiegelung so verzerrt, daß alle unterschiedlichen Krümmungen ausgeglichen werden. Die dynamische Korrektur kann unter Umständen im Seismogramm zunächst nicht erkennbare Reflexionen erst sichtbar machen, vor allem bei sehr weiten Geophonaufstellungen. In der entsprechenden Abbildung ist die Hyperbelkrümmung der obersten Reflexionen so stark, daß diese erst nach Anbringen einer dynamischen Korrektur erkannt

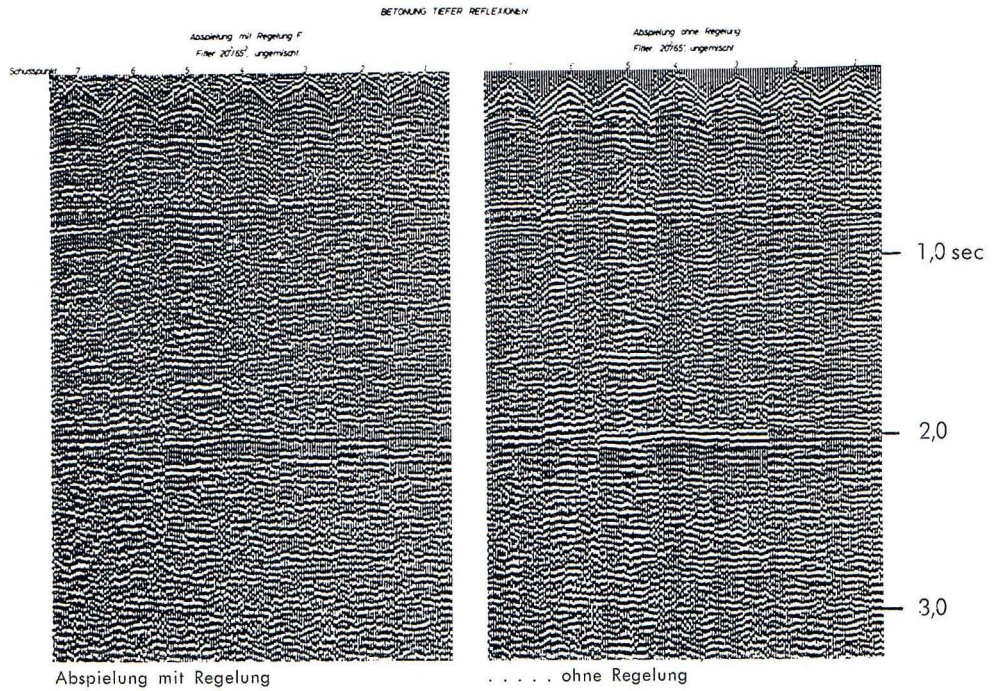
werden können. Die Abspiegelung eines Testbandes mit dynamischen und statischen Korrekturen zeigt die Wirkungsweise der dynamischen Korrektur besonders instruktiv.

Abspiegelungen mit und ohne automatische Regelung haben öfters ergeben, daß es in vielen Fällen möglich ist, Reflexionen aus größeren Tiefen ohne Regelung besser herauszuarbeiten. Bei der Abspiegelung mit automatischer Regelung kann der Energie- bzw. Amplitudenunterschied verwischt werden, da die automatische Regelung jedes Signal, auch Störsignale, bis zu einem bestimmten Schwellwert verstärkt. Wird jedoch eine Abspiegelung ohne automatische Regelung vorgenommen und dabei gleichzeitig die Verstärkung herabgesetzt, können die geringen energetischen Unterschiede zwischen den verschiedenen Einsätzen stärker zur Geltung gebracht werden. So zeigt in der untenstehenden Abbildung die Abspiegelung ohne Regelung, im Gegensatz zu der mit Regelung, bei etwa 2 sec. Laufzeit einen stark ausgeprägten Zechstein-Horizont, der über drei Schußpunkte hinweg gut korreliert werden kann.

Das Mischen von Seismogrammen wird auch heute noch sehr unterschiedlich beurteilt. Teilweise wird es grundsätzlich ab-



◀ Statische Korrekturen



gelehnt, weil befürchtet wird, daß selbst schwach geneigte Reflexionen in der Qualität durch das Mischen verschlechtert oder sogar „totgemischt“ werden könnten.

Im Abspiezentrum können folgende Arten der Mischung vorgenommen werden:

- zweifache zentrale Mischung,
- dreifach symmetrische Mischung,
- fünffach symmetrische Mischung,
- zweifach und dreifach springende Mischung.

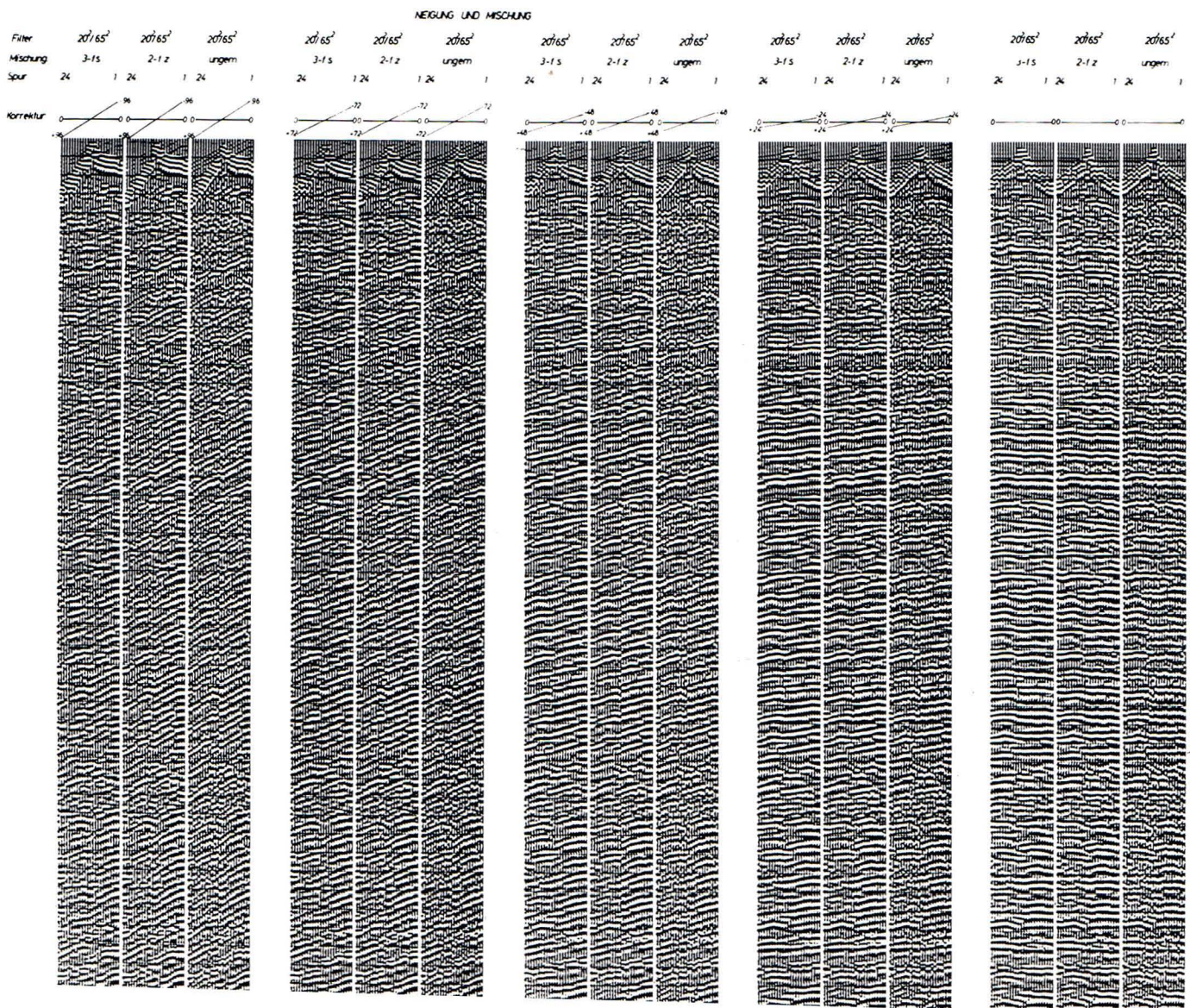
Bei der zweifach zentralen Mischung wird stets von außen nach innen (zur Aufstellungsmitte hin) gemischt, wobei ein Energieaustausch von 50% zwischen den benachbarten Spuren stattfindet. Die dreifach symmetrische oder fünffach symmetrische Mischung führt einen Energieaustausch bei drei bzw. fünf benachbarten Spuren durch; die Prozentsätze der ausgetauschten Energie bei den einzelnen Spuren können dabei beliebig variiert werden.

Der Einfluß der Mischung auf geneigte Reflexionen wird in der untenstehenden Abspieung untersucht. In diesem Beispiel wurde ein Band jeweils ungemischt, zweifach zentral und dreifach symmetrisch abgespielt. Um den Einfluß der Mischung bei geneigten Reflexionen zu untersuchen, wurden von rechts nach links stets größere Korrekturen angebracht,

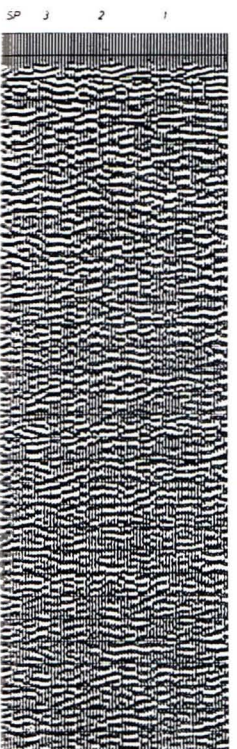
und zwar von ± 0 ms bis zu ± 96 ms, linear verteilt über die Spuren 1 bis 24. Die Abbildung zeigt eindeutig, daß nicht zu stark geneigte Reflexionen durch die Mischung verbessert werden und daß erst bei starken Neigungen eine deutliche Schwächung oder gar Zerstörung der Reflexion eintritt.

Manchmal wird das Mischen auch abgelehnt mit der Begründung, daß dadurch willkürlich Reflexionen erzeugt werden könnten. Zur grundsätzlichen Klärung wurde in unserem Abspiezentrum eine systematische Versuchsreihe durchgeführt. Im Bild sind jeweils drei Seismogramme zu sehen, die – von rechts nach links – zunächst ungemischt und ohne statische Korrektur und anschließend gemischt mit willkürlichen, d. h. sinnlosen, Korrekturen abgespielt wurden. Es ergab sich erwartungsgemäß, daß die guten Reflexionen durch die sinnlose statische Korrektur völlig ausgelöscht wurden. Eine anschließend mit diesen willkürlichen statischen Korrekturen ausgeführte zweifach zentrale und dreifach symmetrische Mischung ließen zwar, z. T. über mehrere Spuren anhaltende, jedoch völlig wirr angeordnete „Reflexionsstückchen“ aber keine „Reflexionshorizonte“ erkennen. Dieses Experiment bestätigte unsere Erfahrung, daß selbst durch starke Mischung keine Reflexionshorizonte „erzeugt“ werden können, daß aber auch andererseits aus stark ge-

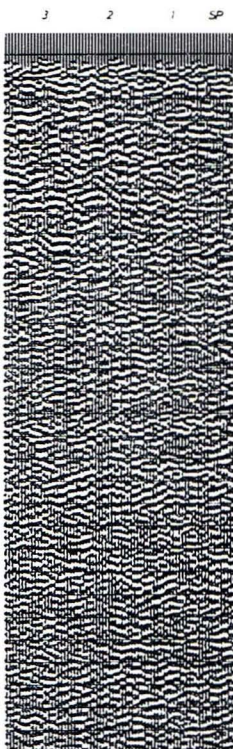
Der Einfluß der Mischung auf geneigte Reflexionen



3-fach symmetrisch gemischt bei Beibehaltung der willkürlichen statischen Korrekturen



2-fach zentral gemischt bei Beibehaltung der willkürlichen statischen Korrekturen



Ungemischt mit willkürlichen statischen Korrekturen



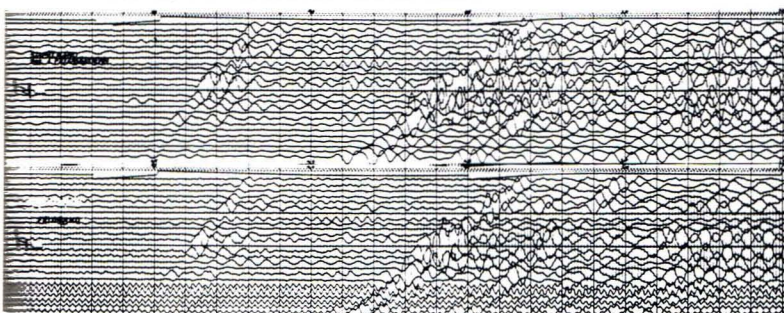
Ungemischt ohne statische Korrekturen



Spur	Sp
1	-50
2	50
3	-25
4	0
5	-2
6	-40
7	30
8	-5
9	15
10	-40
11	30
12	40
13	40
14	-40
15	30
16	-30
17	5
18	0
19	+20
20	-2
21	15
22	+30
23	-40
24	+10

Versuch, Reflexionen durch Mischung künstlich zu erzeugen

Stapelung von Refraktions-Magnetogrammen

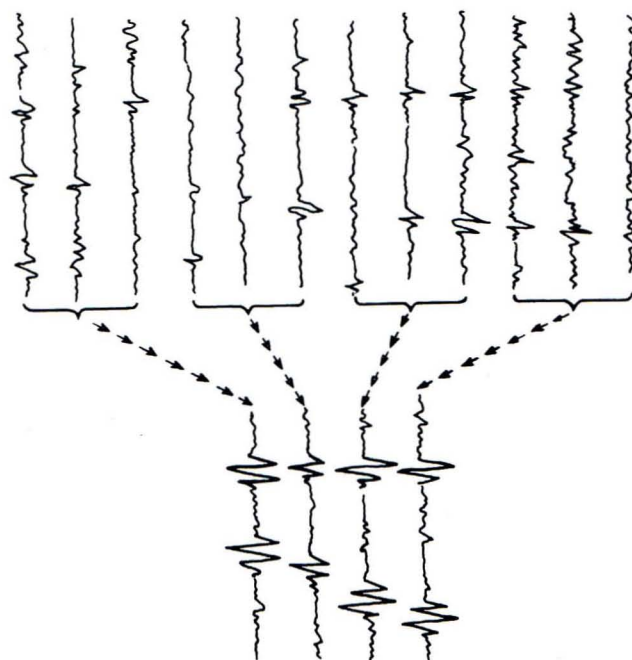


mischten Seismogrammen keine „Horizontstückchen“ dargestellt werden dürfen.

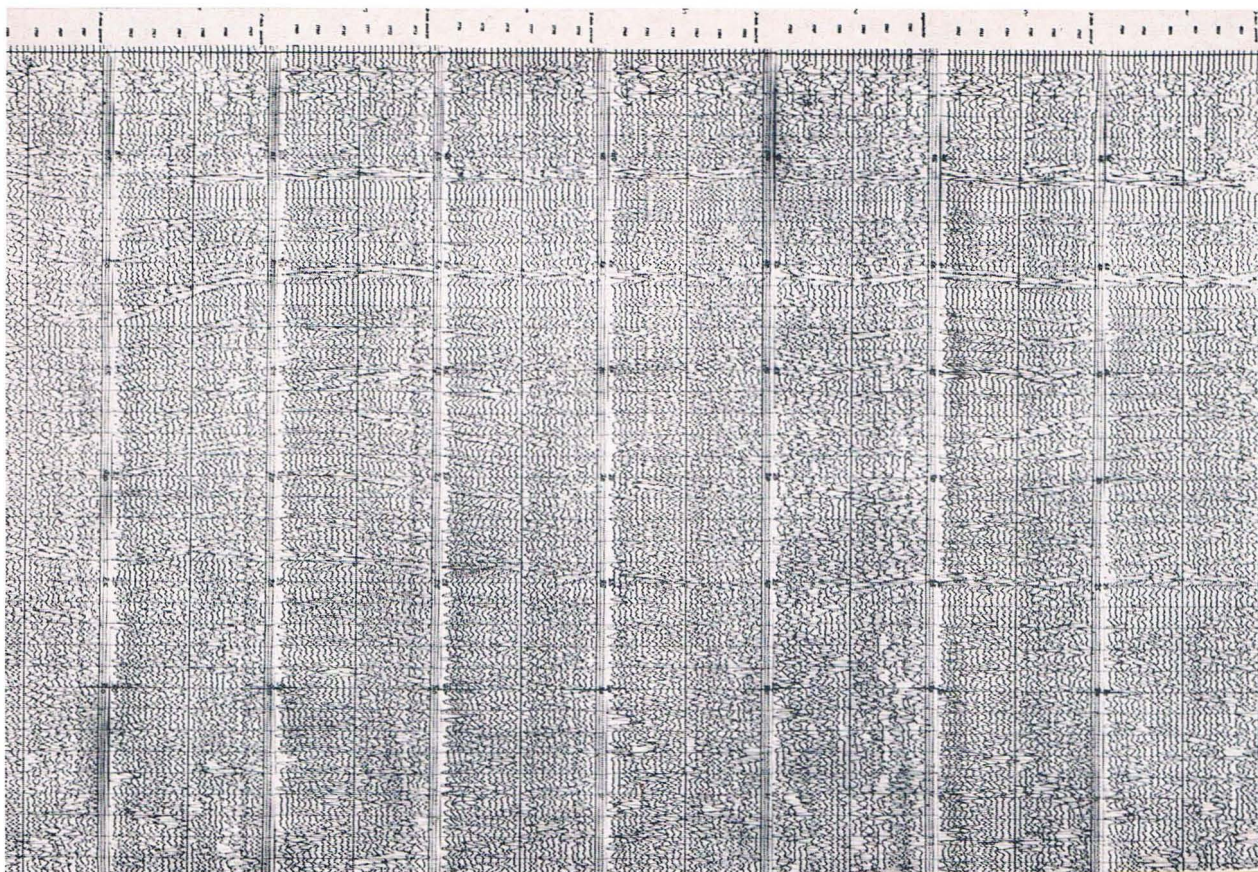
Eine der wichtigsten Mischungsarten ist die „springende“ Mischung von entfernt liegenden Spuren. Sie gestattet durch Interferenz die Verstärkung oder Schwächung schräg liegender Reflexionen und somit die Hervorhebung einer bestimmten Reflexionsrichtung im Seismogramm. Entsprechendes Bildmaterial ist in letzter Zeit häufig veröffentlicht und besprochen worden, so daß wir uns mit einer Erwähnung dieses heute so oft angewandten Verfahrens begnügen können.

Ein heute ebenfalls sehr gebräuchliches Verfahren der Magnetbandtechnik, Ergebnisse zu verbessern oder u. U. überhaupt erst zu ermöglichen, ist bekanntlich das „Stapeln“, ein Verfahren, bei dem mehrere Einzelaufnahmen aus verschiedenen Schußtiefen oder Schußpunkten bei gleichbleibenden Geophonaufstellungen zeitgerecht zu einer Gesamtaufnahme addiert werden. Bei Berücksichtigung der Störfrequenzen durch entsprechende Anordnung der Schußbohrlöcher und Geophone lassen sich bisweilen erstaunliche Ergebnisse erzielen. So genügten bei dem abgebildeten Refraktionsbeispiel nur vier Stapelschüsse, um die in den schußnächsten sechs Spuren scheinbar ausschließlich vorhandenen Störschwingungen durch das Stapeln gänzlich zu eliminieren und die Nutzenergie eindeutig hervortreten zu lassen.

Eine dagegen bislang noch nicht sehr häufig gebrauchte Technik ist die Zusammenfassung (compositing) jeweils mehrerer seismischer Kanäle mit einem Galvanometer. So werden z. B. die seismischen Kanäle 1 und 2 mit dem Galvanometer 1, die seismischen Kanäle 3 und 4 mit dem Galvanometer 2, die seismischen Kanäle 5 und 6 mit dem Galvanometer 3 usw. verbunden. Man würde in diesem Falle durch das Zusammenfassen aus einem 24spurigen Seismogramm ein 12spuriges gewinnen. Entsprechend kann man eine beliebige Anzahl von seismischen Kanälen auf je 1 Galvanometer legen: Wenn z. B. acht Kanäle mit je einem Galvanometer verbunden werden, wird aus einem 24spurigen Seismogramm ein dreispuriges. Beim Zusammenfassen werden

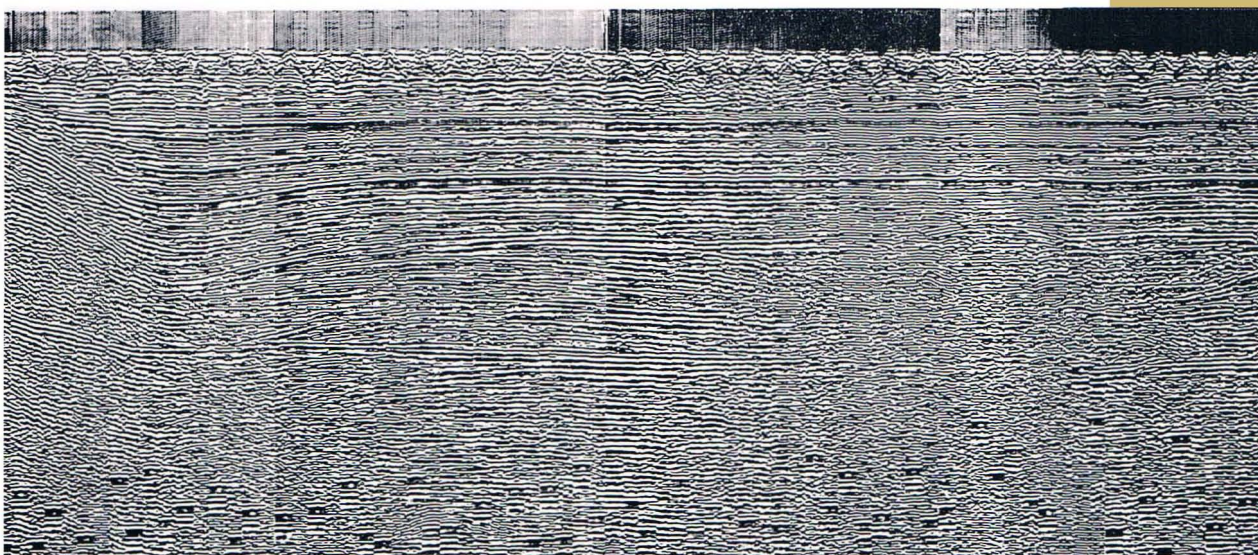


Prinzip der Zusammenfassung: 3 Spuren → 1 Spur (compositing)



— 2,5 sec.

Durch Zusammenfassen
jeweils mehrerer
seismischer Kanäle
auf ein Galvanometer
entstandener
Profilabschnitt
(Compositing section)



— 2,5 sec.

Das
Ausgangsprofil
in
Flächenschrift

also die Zahl der Spuren und damit die Zahl der Magnetbänder „verringert“, da jeweils die Informationen **mehrerer** Magnetbänder auf **ein** Magnetband aufgespielt werden. Diese Technik erfordert einen ziemlichen Aufwand und wird deshalb nur angewandt, wenn versucht werden soll, besonders schlechte Ergebnisse zu verbessern oder ganz spezielle Fragen zu klären.

Als Beispiel ist ein sechsfach zusammengefaßter Profilabschnitt abgebildet, in dem das normale Flächenschriftprofil dem zusammengefaßten gleichen Linienschriftprofilabschnitt

gegenübergestellt ist. Ein Vergleich ergibt, daß der im Normalprofil nur bruchstückweise erkennbare Horizont bei 2,5 sec. Laufzeit im zusammengesetzten Profil durchgehend ohne Störung vorhanden ist.

Die hier angeführten Beispiele sind verständlicherweise nur ein Teil des in unserem Abspielzentrum vorhandenen Anschauungsmaterials. Alle neu auftauchenden Probleme in der Abspieltechnik werden laufend in Versuchsreihen festgehalten, so daß sich der interessierte Besucher immer umfassend informieren kann.

H.-J. Trappe

LAND-MAGNETIK



Das erste magnetische „Beobachtungsinstrument“ war der Magnetkompaß, der bereits von den Arabern vor Beginn unserer Zeitrechnung bei ihren Fahrten nach Indien benutzt wurde. Auch die großartigen Forschungsreisen der Portugiesen und Spanier im 15. und 16. Jahrhundert wären ohne den Kompaß nicht denkbar gewesen. Zum Zwecke der magnetischen Mutung wurde er jedoch erstmals im 17. Jahrhundert in Schweden als sog. Grubenkompaß verwendet. Mehr als 17 Jahrhunderte waren also nötig, um die Kenntnisse von der Erde als großem Stabmagneten soweit zu differenzieren, um zu erkennen, daß jedes Mineral der Erde eine spezifische Magnetisierbarkeit, die Suszeptibilität, besitzt. Diese Eigenschaft der Gesteine ermöglicht es, die magnetische Beobachtungsmethode entweder allein oder als Ergänzung bei anderen Methoden in der Lagerstättenforschung mit Erfolg einzusetzen.

Die heute verwandten mechanischen Instrumente der magnetischen Prospektion, die Schmidt'sche Feldwaage und das Torsionsmagnetometer, messen Anomalien der vertikalen oder horizontalen Komponenten des Magnetfeldes der Erde und gestatten dadurch gewisse Schlüsse auf den Bau des Untergrundes. Daneben setzen sich auch das Flux-Gate und das Protonen-Magnetometer durch (siehe Abhandlung über Aeromagnetik in Fest-Folge I).

Bereits im Gründungsjahr wurde von PRAKLA die magnetische Methode angewandt, zunächst im Reichsgebiet, später aber auch in Auslandsaufträgen.

Das Ende des Krieges bedeutete auch für die Magnetikabteilung den völligen Zusammenbruch. Instrumente und Unterlagen gingen in den Wirren dieser Tage verloren. Erst im Jahre 1953 wurden die magnetischen Messungen im Inland wieder aufgenommen.

Die Haupttätigkeit verlagerte sich ab 1954 in das Ausland; so wurden z. B. im Jahre 1955 24 Truppmonate erreicht. Magnetische Trupps arbeiteten in Europa, Südamerika, Afrika und Asien. In diesen Ländern wurden die magnetischen Messungen meistens mit Gravimetermessungen gemeinsam durchgeführt, da der technische Ablauf und die Organisation bei beiden Methoden einander sehr ähneln und Lage und Höhe der Meßpunkte dann nur einmal zu bestimmen sind.



Schmidt'sche Feldwaage



Torsionsmagnetometer

Die Deutung der magnetischen Anomalien ist recht schwierig, weil die Potentialtheorie nicht erlaubt, auf Grund von Potentialmessungen eindeutig auf die Quelle des Potentialfeldes zu schließen. Jedoch gibt der Vergleich magnetischer und gravimetrischer Messungen meist schon recht gute Hinweise auf den Bau der Erdkruste.



Beobachtungen im Jemen

Um die Ergebniskarten der beiden Methoden auch direkt vergleichen zu können, werden die magnetischen Ergebnisse neuerdings der sogenannten Polreduktion unterworfen, bei der die Messungen mathematisch so umgeformt werden, als ob sie über dem magnetischen Pol ausgeführt wären. Auf diese Weise erhält man „pseudogravimetrische Karten“.

Der Interpretation von magnetischen Einzelanomalien dient ein Modellatlas, in dem die Wirkung vorgegebener Modellkörper dargestellt ist. Dieser Atlas wird im Rechenzentrum der PRAKLA entsprechend den Erfordernissen laufend ergänzt.

Neben der direkten Prospektion auf Minerale mit Eigenmagnetismus ist die Magnetik insbesondere noch zur Lokali-

sierung von vulkanischem Gestein sowie zur angenäherten Tiefenabschätzung von Sedimentbecken geeignet. Hierbei wird die Tatsache benutzt, daß Sedimente praktisch nicht durch das Erdfeld magnetisierbar sind, während der kristalline Untergrund stets eine meßbare Suszeptibilität aufweist.

Die Magnetik ist die älteste geophysikalische Aufschlußmethode. Trotzdem ist sie keinesfalls überholt oder veraltet. Auch in Zukunft wird sie zur Lösung spezieller Aufgaben oder als Ergänzung anderer Aufschlußmethoden, besonders bei ersten Übersichtsmessungen, immer wieder herangezogen werden.

D. Boie – J. Thomas

Beobachtungen in Brasilien



Geoelektrik

Die Gründung der PRAKLA erfolgte in einer Zeit stärkster Autarkiebestrebungen Deutschlands. Auch die Abhängigkeit von der Erzversorgung durch das Ausland sollte möglichst beseitigt und deshalb der heimische Erzbergbau verstärkt vorangetrieben werden.

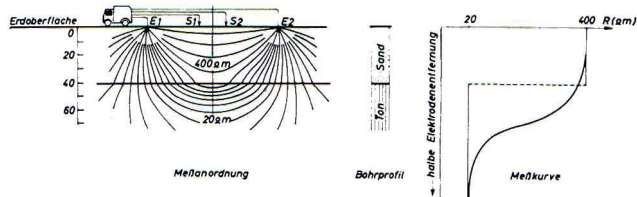
In früheren Jahrhunderten hatte der Abbau von Erzen in Deutschland große volkswirtschaftliche Bedeutung. Durch die Entdeckung wesentlich ergiebigerer und damit wirtschaftlicherer Lagerstätten im Ausland war der deutsche Erzbergbau im Laufe der Zeit jedoch immer unrentabler geworden und dadurch größtenteils zum Erliegen gekommen.

Unsere PRAKLA wurde 1937 eigens zu dem Zweck gegründet, mittels geoelektrischer Methoden neue Erzlagerstätten aufzusuchen und damit die Voraussetzungen für die Erweiterung des deutschen Erzbergbaues zu schaffen.

Zu dieser Zeit gab es bereits mehrere Gleich- und Wechselstrom-Verfahren, die kurz nach dem ersten Weltkrieg entwickelt worden waren. Die Gleichstromverfahren hatten ihre Geburtsstätte in Amerika (Wenner), ihre Weiterentwicklung war aber hauptsächlich in Frankreich durch Schlumberger erfolgt. Die Wechselstrom-Verfahren gründeten sich vor allem auf deutsche und schwedische Entwicklungen.

Es kann nicht die Aufgabe dieser Rückschau sein, sämtliche im Laufe der Jahre entwickelten Verfahren genau zu beschreiben. Ein gemeinsames Merkmal haben sie alle: sie fußen auf der unterschiedlichen elektrischen Leitfähigkeit der zu suchenden Mineralien gegenüber dem sie umgebenden Nebengestein. Der Unterschied beider Verfahrensgruppen soll jedoch kurz erläutert werden.

Bei den Gleichstrom-Verfahren wird mit Hilfe zweier Elektroden dem Erdboden Gleichstrom zugeführt und an zwei



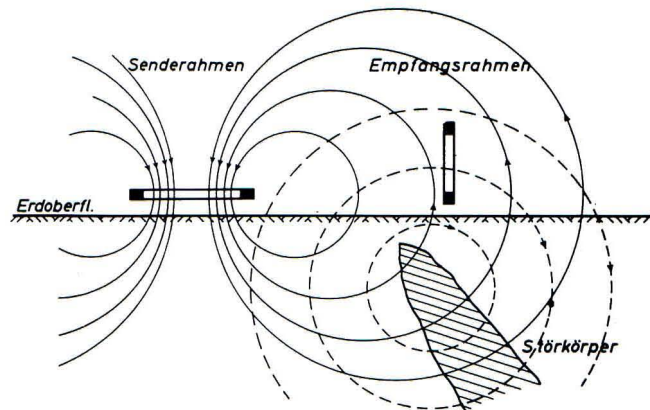
Gleichstrom-Meßprinzip

zwischen den Elektroden gelegenen Punkten (Sonden) die Spannung abgegriffen. Aus Stromstärke, Spannung und den Dimensionen der Elektroden-Sonden-Aufstellungen kann der elektrische Widerstand der vom Strom durchflossenen Schichten ermittelt und dann unter günstigen Voraussetzungen auf deren Zusammensetzung geschlossen werden.

Bei dem **Sondierungsverfahren** wird bei festliegendem Mittelpunkt der Meß-Anordnung der Abstand der Elektroden fortlaufend vergrößert und dadurch eine immer größere Eindringtiefe erzielt. Bei dem **Kartierungsverfahren** bleibt hingegen der Abstand der Elektroden konstant und die

ganze Meßanordnung wird auf einzelnen Profilen in gleichbleibenden Abständen versetzt. Mit dem Sondierungsverfahren werden horizontale bis gering geneigte, mit dem Kartierungsverfahren steilstehende Einlagerungen ermittelt.

Bei den Wechselstromverfahren wird dem Erdboden entweder durch Erdung mittels zweier Elektroden oder durch Induktion mittels einer Schleife Wechselstrom aufgeprägt. Die Ausbreitung des Stromes im Erdboden wird durch Ausmessen seines elektromagnetischen Feldes durch eine um ihre horizontale und vertikale Achse drehbare Spule bestimmt.



Wechselstrom-Meßprinzip

Die Wechselstrom-Verfahren haben gegenüber den Gleichstrom-Verfahren den Nachteil, daß ihre Eindringtiefe wegen des Skin-effektes nur begrenzt ist. Sie haben aber den Vorteil, daß noch weitere Größen, z. B. Phasenverschiebung und Intensität des induzierten Stromes, gemessen werden können; die induktive Methode ermöglicht außerdem, Sende- und Empfangsschleife in ein Flugzeug einzubauen und schwer zugängliche Gebiete aus der Luft zu vermessen.

Doch nach diesem Abstecher ins Methodische wieder zurück in das Gründungsjahr der PRAKLA! Von Anfang an wurden sowohl Gleichstrom- als auch Wechselstrom-Methoden eingesetzt. Die Gleichstrom-Methoden wurden hauptsächlich von dem heute in Freiburg lebenden Dr. Nunier angewandt, die Wechselstrom-Methoden von dem im Kriege gefallenen Dr. Gibsone, der bei der Firma Piepmeyer das sogenannte Ringsendeverfahren entwickelt hatte. Um seine Weiterentwicklung und theoretische Behandlung hat sich der bis Kriegsende bei uns tätige Studienrat Scheele große Verdienste erworben. Es wurde vorwiegend in Gebieten gemessen, in denen in früheren Zeiten bereits erheblicher Bergbau betrieben worden war. In der Hauptsache waren dies der Harz (Wernigerode), die Eifel (Prün), das Bergische Land (Mettmann, Heiligenhaus) und Gebiete in Mitteldeutschland (z. B. Schleiz).

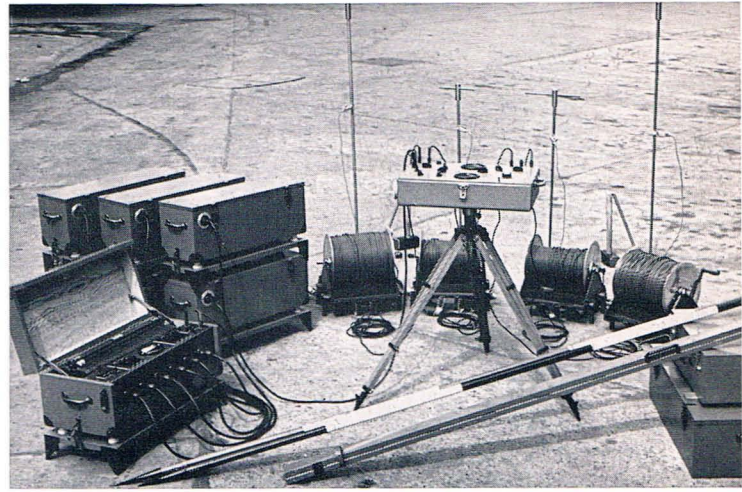
Bei Ausbruch des Krieges waren vier Trupps im Einsatz. Es war nun vor allem die Knappheit des vorher aus Spanien



Dr. Gibsone mit Helfer im Gelände

bezogenen und für die Herstellung von Schwefelsäure so wichtigen Schwefelkieses, die eine intensive Exploration erforderte. Sie erstreckte sich vor allem auf die schon bekannten und teilweise bereits früher abgebauten Schwefelkieslagerstätten von Wülfrath und Lohrheim in Deutschland und nach der Besetzung Polens auf die Lagerstätte Slupia Nova bei Kielce.

Nach Beendigung des Frankreichfeldzuges war der Weg zu den spanischen Schwefelkieslagerstätten wieder frei. Durch die Besetzung Jugoslawiens entfiel auch die Notwendigkeit für das Aufsuchen von Bleiglanz und Kupferkies und die Zahl der elektrischen Trupps wurde daher zugunsten der für die Erdölsuche eingesetzten gravimetrischen und seismischen



Elektrische Gleichstrom-Meßapparatur von 1953

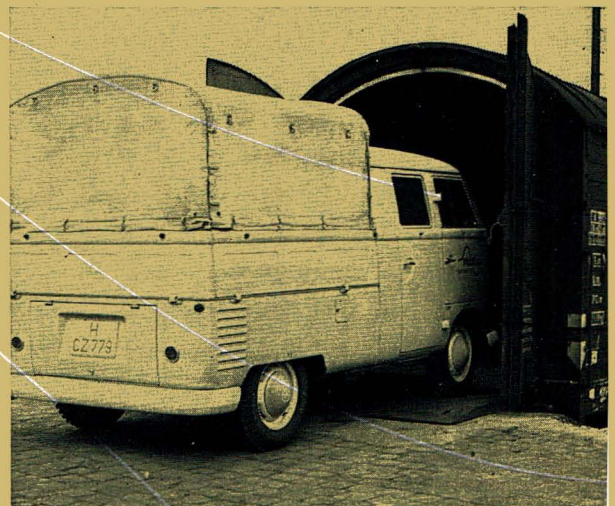
Trupps verringert. Gegen Ende des Krieges arbeitete lediglich noch ein Elektrik-Trupp mit Gleichstrom-Methoden.

Nach dem Kriege wurden die Wechselstrom-Methoden bei PRAKLA nicht wieder angewandt. Maßgebend hierfür war hauptsächlich die in den vorhergehenden Jahren gewonnene Erkenntnis, daß induktive Wechselstrom-Methoden in Deutschland und anderen europäischen Ländern infolge der durch den Ring in den feuchten Deckschichten zusätzlich verursachten Streuströme ein nur sehr begrenztes Anwendungsgebiet haben.

Das Messen mit Gleichstrom-Methoden wurde dagegen wieder aufgenommen. Der Gegenstand der Untersuchungen hatte sich aber geändert. Es ging nun nicht mehr um das Aufsuchen neuer Erzlagerstätten, sondern um die Suche nach Wasser, dem nach dem Erdöl wichtigsten „Mineral“. Wenn auch der Wassersuche in Deutschland nicht die fundamentale Bedeutung zukommt wie in vielen anderen Ländern der Erde, so müssen sich bei uns die verantwortlichen Stellen wegen der zunehmenden Verschmutzung der Wasserläufe und der sich immer mehr ausdehnenden Industrien doch in verstärktem Maße mit dem „Problem Wasser“ beschäftigen. Nach dem Kriege waren deshalb in Deutschland fast durchgehend auch 2–3 PRAKLA-Elektrik-Trupps mit gutem Erfolg in der Wassersuche eingesetzt. Aber auch im Ausland sind seit etwa einem Jahr zusätzliche Trupps für die Wassersuche tätig.

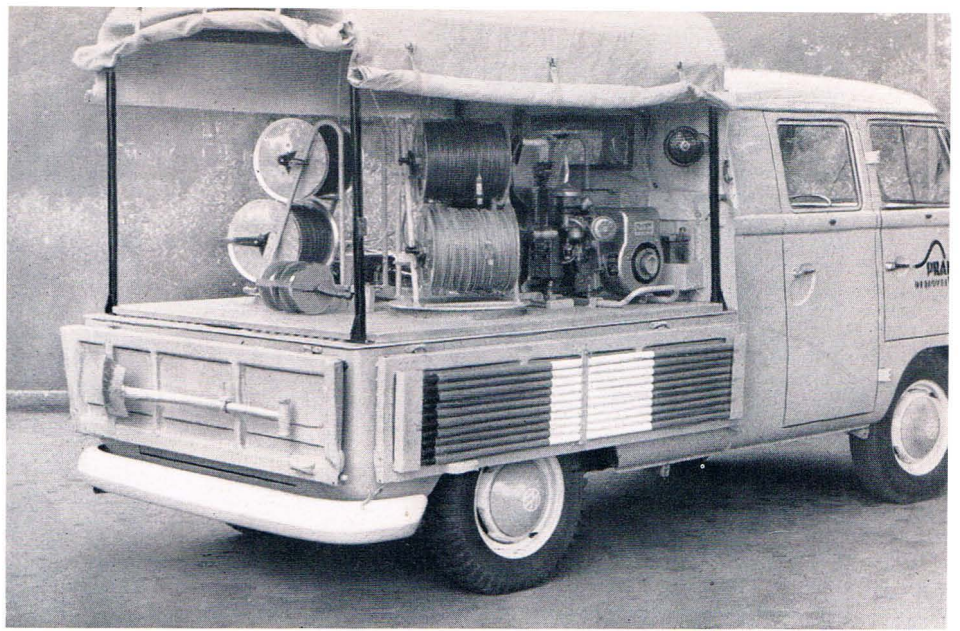


Verladung einer Apparatur nach Griechenland





Tragbarer Meßkoffer



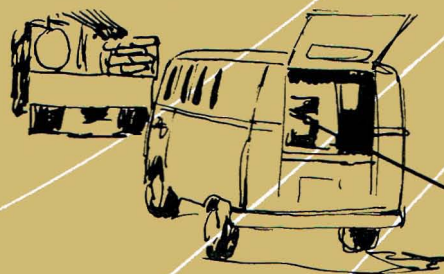
Moderne elektrische Apparatur

Bei den bis zum Jahre 1953 gebräuchlichen Meßapparaturen wurden deren Einzelteile in Autos verladen und diese erst am Meßpunkt mit Kabeln zusammengeschaltet. Welcher Aufwand hierbei erforderlich war, läßt die betreffende Abbildung deutlich erkennen.

Mit der fortschreitenden Entwicklung der Transistor-Technik wurden jedoch leistungsfähige, transistorisierte Apparaturen für die Gleichstrom-Elektrik gebaut, die leicht und doch leistungsfähiger, die alten Kompensatorgeräte ablösen. Auch die übrige Ausrüstung ist seitdem verbessert und so verkleinert worden, daß ein vollständiger Geoelektrik-Trupp nur noch einen VW-Transporter für Anfahrt und Arbeit im Gelände benötigt. Besonders bewährt haben sich die Transporter mit Doppelkabine, bei denen hinter dem Führerhaus in einer Meßkabine der Meßkoffer stoßgeschützt in Gebrauchslage aufgehängt ist. Ein Schreibpult, ein Werkzeugschrank, motorunabhängige Heizung und eine helle Innen-

beleuchtung machen die Messungen von Witterungseinflüssen weitgehend unabhängig. Auf einer mit Segeltuch abgedeckten Pritsche hinter der Meßkabine befinden sich das Aggregat zur Stromversorgung, die absichtlich vom Wagenmotor unabhängig gewählt wurde, sowie die Elektroden- und Sondenkabel in Drehgestellen mit dem notwendigen Zubehör.

Zur Auswertung der Meßkurven wird in Zukunft auch das Rechenzentrum der PRAKLA herangezogen werden. Dadurch wird nicht nur die Genauigkeit der Ergebnisse gesteigert, sondern auch die für die Auswertung erforderliche Zeit erheblich herabgesetzt werden können. Da diese Auswertearbeit im wesentlichen aus dem Vergleich der gemessenen Kurven mit theoretisch errechneten besteht, kann eine elektronische Rechenmaschine, wenn sie die theoretischen Kurven einmal „gelernt“ hat, diesen Vergleich sehr viel schneller und objektiver durchführen als es einem Auswerter bisher mög-

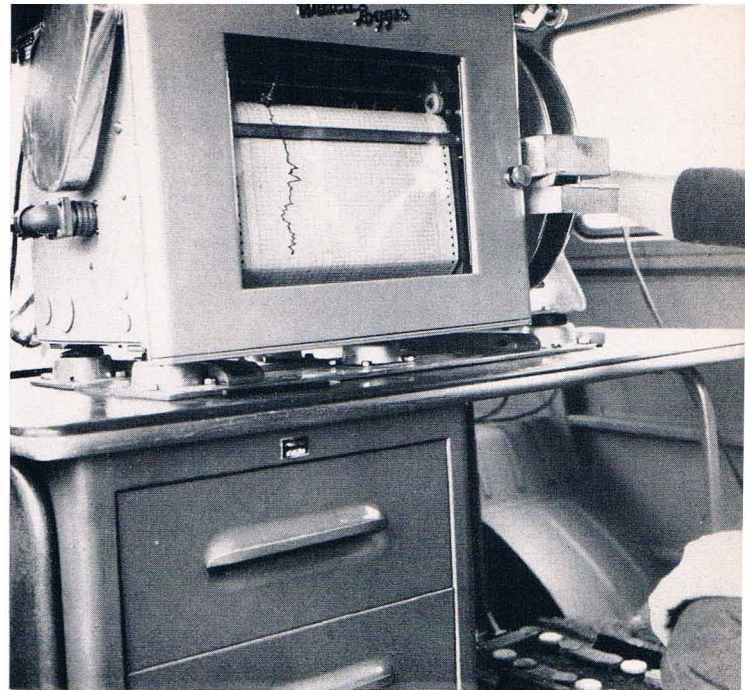




Vermessung einer Flachbohrung

lich war. Auch werden mit Hilfe der Rechenmaschine vor Beginn eines Meßauftrages Modellkurven für die zu erwartenden geologischen Verhältnisse errechnet, um abzuschätzen, ob ein gegebenes Problem mit Hilfe geoelektrischer Messungen überhaupt gelöst werden kann.

Zur Ergänzung der Oberflächen-Geoelektrik und zur Beantwortung hydrologischer Fragen wurde in neuester Zeit ein halbautomatisches Gerät für geoelektrische Bohrlochmessungen eingesetzt, mit dem es möglich ist, die spezifischen Widerstände und die Eigenpotentiale der mit einer Spülbohrung durchteuften Schichten bis zu einer Tiefe von 300 m schnell und zuverlässig zu registrieren. Die Ergebnisse werden in mehreren Kurven über einem gemeinsamen Tiefen-



Im Meßwagen eingebautes Schreibgerät

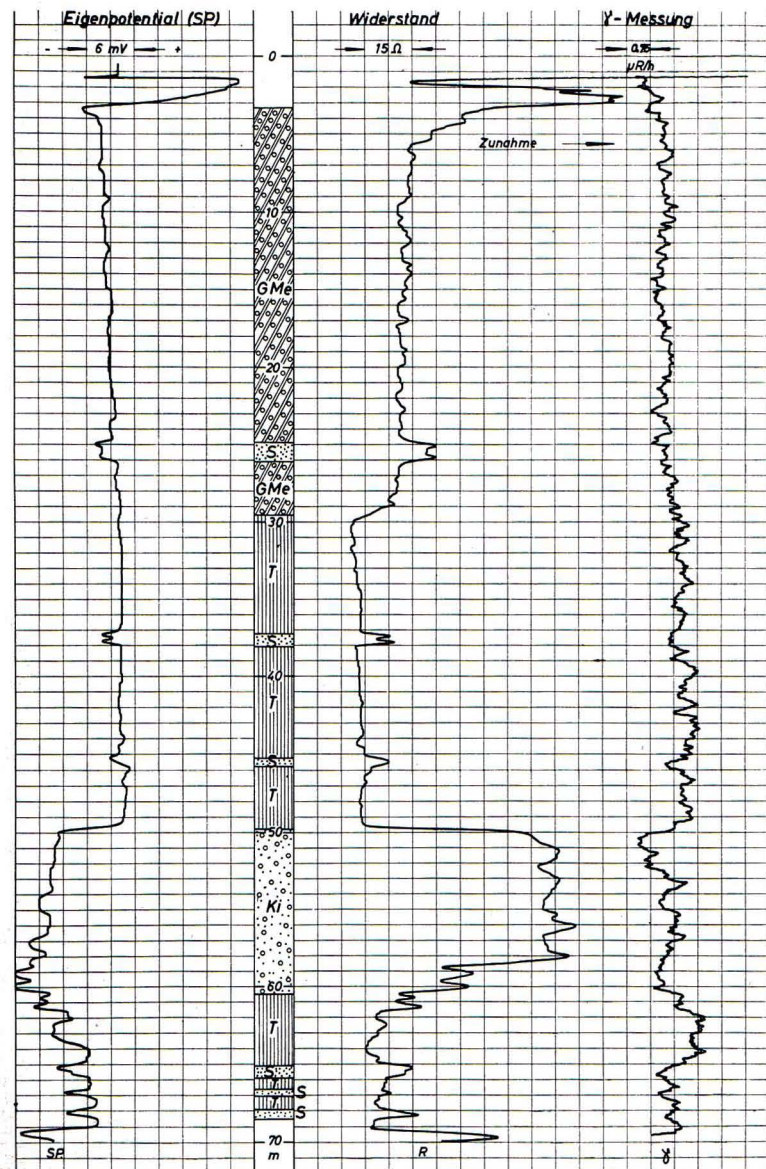
maßstab aufgezeichnet. Weil sowohl Salzwasser als auch Ton niedrigen spezifischen Widerstand besitzen, ist mit einer Widerstandsmessung allein nicht zu entscheiden, um welches „Mineral“ es sich handelt. Mißt man dagegen die natürliche Radioaktivität im Bohrloch, so lassen sich Tonschichten infolge ihres Gehaltes an radioaktivem Kalium 40 deutlich von salzwassererfüllten Sanden trennen. PRAKLA verwendet dazu eine empfindliche Scintillometer-Sonde, die in das Bohrloch hinabgelassen wird. Die Meßwerte werden mit dem Registriergerät auf dem gleichen Streifen aufgezeichnet, auf dem auch die Widerstands- und Eigenpotentialkurven festgehalten werden. Weil die γ -Strahlen die Wandung der Bohrröhre durchdringen, kann die Radioaktivitätsmessung auch durch das Bohrgestänge hindurch oder auch nachträglich in bereits verrohrten Bohrungen erfolgen.

Theoretische Überlegungen und praktische Versuche haben gezeigt, daß die von einer γ -Strahlenquelle ausgehenden γ -Quanten von dem die Quelle umgebenden Material zerstreut werden. Die Streuung ist der Dichte des umgebenden Materials proportional. Daher ist es möglich, durch die Messung der zurückgestreuten Strahlung die Dichte der durchbohrten Schichten zu bestimmen.

In der Durchführung dieser Messung ähnlich ist ein Verfahren, das Aussagen über die Wasserführung durchbohrter Schichten gestattet. Hierbei wird statt einer γ -Quelle eine Neutronenquelle in die Bohrung eingebracht. Die von ihr ausgehenden schnellen Neutronen werden durch Atomkerne mit einer der ihrigen vergleichbaren Masse auf kleine Geschwindigkeiten abgebremst. Diese sogenannten „thermischen Neutronen“ werden leicht von anderen Atomkernen, vor allem von Wasserstoff, eingefangen. Dabei werden γ -Quanten frei, die ihrerseits wieder mit der Scintillometer-Sonde nachgewiesen werden können. So gibt dieses Verfahren eine Möglichkeit, die Anwesenheit von Wasserstoffkernen bzw. Wasser in der näheren Umgebung des Bohrloches nachzuweisen.

Unsere modernen elektrischen Untersuchungen beschränken sich heute selten auf die Durchführung einer der geschilderten Meßverfahren. Sie werden meistens kombiniert und ergeben dadurch wertvolle Informationen nicht nur bei Wasseruntersuchungen, sondern ganz allgemein über die petrographische Zusammensetzung der Gebirgsschichten bis in die Tiefe von mehreren Hundert Metern.

F. Heimburg – G. Suhr



DIE SEISMIK IM SPIEGEL DER LOKALPRESSE



Über die von der „jeweiligen“ Lokalpresse verfaßten Artikel über die Tätigkeit unserer seismischen Trupps im Gelände ist schon oft geredet, viel gelacht und manchmal auch gelästert worden.

Die „Produktion“ besagter Artikel ist fast so alt wie die Seismik selbst – kein Wunder – denn das Gebaren der Seismiker im Gelände mit ihren Sprengungen war doch so merkwürdig und interessant, daß ein einigermaßen findiger Lokalredakteur geschlafen haben mußte, wenn er sich diese Sensation für sein Blatt und seinen Geldbeutel hätte entgehen lassen. Und so waren denn die Artikel – vor allem in den ersten Jahren der deutschen Seismik – fast so zahlreich wie die Orte, in denen unsere Seismiker Quartier bezogen hatten.

Der Inhalt dieser Artikel machte im Laufe der Jahre eine recht beachtliche Wandlung durch. Er bewegte sich zunächst in den Regionen ehrfürchtigen Staunens, wick dann einer mehr sachlich-nüchternen Berichterstattung, um in letzter Zeit auch in Angriffe auf die bösen Flurschädlinge auszuarten, die sogar die Bienen am Honigsammeln hinderten und genetische Störungen im Schoße der Weidetiere verursachten.



Es ist jammerschade, daß ein systematisches Sammeln dieser „Berichte“ nicht von Anfang an konsequent durchgeführt wurde. So weiß sich der Schreiber zwar noch gut an einige besonders amüsante Artikelüberschriften zu erinnern, kann sich aber erst für die letzten wenigen Jahre auf eine von Dr. Maaß angelegte Sammlung authentisch stützen.



Zu Anfang wurden die Seismiker den Magiern gleichgesetzt. Der Kneip- oder Hotel-Wirt gab die von „seinen“ Wissenschaftlern übermittelten und nur mangelhaft verdauten Weisheiten an seine Stammgäste weiter, die ihrerseits wieder für eine individuell gefärbte Verbreitung dieser so interessanten Neuigkeiten sorgten. Der Herr Redakteur erschien dann auch sehr bald im Büro, um sich die Grundlagen für seinen Artikel zu „erarbeiten“. Dieser Artikel war dann oft, meist wegen seiner drastisch-blumenreichen Sprache, ein Quell reinsten Freude, wobei er, wenn er auf diese Art und Weise entstanden war, inhaltlich nicht einmal allzusehr von den Tatsachen abwich.



Sehr viel größere Verdienste um die Erheiterung des Gemütes erwarben sich jedoch jene Redakteure, die sich unter Umgehung des Feldbüros direkt mit dem „Gelände“ in Verbindung setzten. Ihre Gesprächspartner waren dann die Herren Registrierer, Feldmanager (wie sie damals hießen), Schiesser und Bohrer, unter denen sich recht oft ausgesprochene Spaßvögel befanden. Wenn diese merkten, daß sich ein wißbegieriger Mitbürger näherte, begannen sie an Hand eines nassen Seismogrammes eine laute und todernde Diskussion, deren Prototyp folgendermaßen aussah:

- „Mensch, da sitzt es aber!“
- „Wo denn?“
- „Ja siehst Du das denn nicht, Du Dussel!“
- „Ach klar, hier!“
- „Das sind ja mindestens 5 bis 10 km!“
- „Wenn nicht das Doppelte!“
- „Mann!! Ein ganzer Öl-See!“
- „Und wie tief!“

Dann „bemerken“ sie plötzlich den Fremdling, fangen zu flüstern an und verstecken das Seismogramm wieder im Wassertopf. „Na, was möchten Sie denn Herr Nachbar?“

wendet sich dann einer scheinheilig an ihn. „Gestatten Sie, Egon Vielschreiber, Chefredakteur des . . . linger Heimatboten. Würden Sie mir bitte etwas über Ihre Tätigkeit erzählen?“

Und dann gehen alle erstmal in die nächste Kneipe, denn so gemütlich und feucht war die Seismik in jenen Tagen. Bei Köm und Beer wird der Herr Redakteur mit Fachausdrücken eingedeckt, die er noch niemals gehört hat und die er in seinem Leben wahrscheinlich auch niemals wieder hören wird.

Es wird auch nicht verabsäumt, den Presseemann auf die strikteste Geheimhaltung hinzuweisen. Das Endprodukt dieser Sitzung ist entsprechend. Es erscheint am nächsten Tag im Heimatboten mit einem Haupttitel, der etwa lautet:

„Erst hat es getutet, dann hat es gebumst!“

und einem Untertitel:

**„Unser Heimatgau ist der Schauplatz
aufsehenerregender wissenschaftlicher
Forschungen!
Befindet sich ein Öl-See
unter unseren Füßen?“**

Der Inhalt dieser Artikel barg für uns immer wieder neue Überraschungen, obwohl das Thema bei allen dasselbe war. Die Interpreten ersetzten die fehlende Sachkenntnis oft durch blühende Fantasie, so daß für abwechslungsreiche Varianten in dem Bemühen gesorgt war, den Lesern der Heimatboten und Kreisblätter möglichst aufregende Sensationen vorzusetzen.

Damit war es schlagartig vorbei als das Zeitalter der dicken Ausweise anbrach. Hermann Göring wurde unser Schutzpatron und Schirmherr und versorgte alle Seismiker mit eigenhändig unterschriebenen Dokumenten, in denen die



Geophysik zunächst als volkswirtschaftlich vordringlich und später zum kriegswichtigen Handwerk erklärt wurde. In den Ausweisen wurde allen Dienststellen und Behörden zur Kenntnis gebracht, daß sie unsere Arbeiten mit allen Mitteln zu unterstützen hätten. Der Feind hörte nun auch mit, wie an Litfassäulen und Bretterzäunen zu lesen stand, und welcher Journalist hätte es da noch wagen können, auch nur das kleinste Bißchen über uns zu schreiben?



Diese Quelle der Heiterkeit war also für einige Jahre versiegt. Sie sprudelte erst wieder, als uns die Sieger u. a. eine seit langem nicht mehr gekannte Pressefreiheit mitbrachten. Als wir die Seismik nach dem Kriege wieder aufnahmen, waren auch die Journalisten wieder da und schrieben in einer Art, die sich zunächst kaum von der vor einigen Jahren unterschied.



Nun gab es natürlich auch Artikel in kleineren Zeitungen, die sachlich richtig und sehr nett geschrieben waren, vor allem dann, wenn sie unter Mitarbeit des Truppbüros entstanden.

So kannte der Schreiber einen Truppführer, der dem auftauchenden Journalisten erstmal den „Reich-Zwenger“ in die Hand drückte und ihm auftrag, das Kapitel über Seismik durchzulesen. Er wurde dann nach ein paar Tagen wieder bestellt und „geprüft“. Fiel dieses Examen zur Zufriedenheit des Truppführers aus, durfte der Journalist ins Gelände und anschließend das Manuskript seines Artikels schreiben, das vor dem Erscheinen erst noch im Truppbüro zur Zensur vorgelegt werden mußte.

Wären alle Journalisten von solchen Truppführern aufgeklärt oder vor dem Gelände abgefangen worden, wären wir heute nicht in der Lage, wenigstens einige Kostproben ihres nur zum kleinsten Teil beabsichtigten Humors der seismischen Nachwelt zu erhalten.

Bereits die **Überschriften** durchlaufen eine ganze Skala journalistischer Möglichkeiten und reichen von fast sachlicher Nüchternheit wie:

„Suche nach flüssigem Gold“

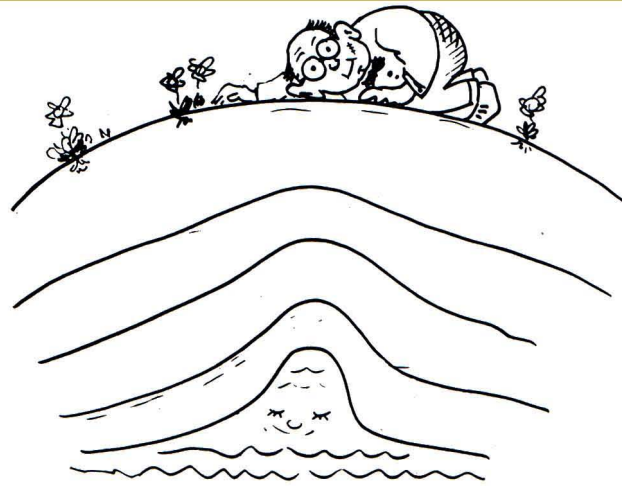
„Geophysiktrupp der PRAKLA nimmt Sprengungen vor, um Mineralien festzustellen“

über die plastisch ausgedrückte Erweckung menschlicher Neugier für das Geheimnisvolle:

„Echos enthüllen die Tiefe“

„Ein nervenaufreibender Betrieb“

„Das OHR an der Erde“



und Humoristik:

„Erd-Unterfläche wird unter die Lupe genommen“

„Strickmuster auf Photopapier“

„Männer ohne Frauen und Frühstück“

bis zu hoher Dramatik:

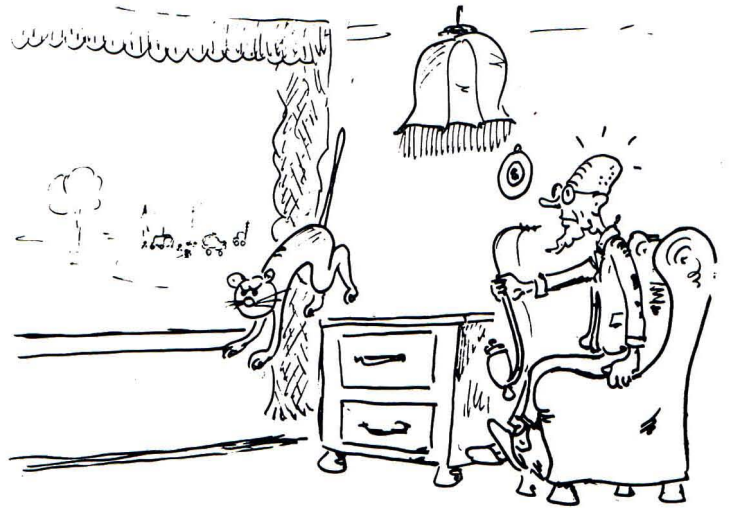
„Fieberkurve der Erdschwingung gibt Aufschluß über Öllager“

Auch die **Einleitungen** der Artikel können bereits ungeahnte Überraschungen bringen wie z. B.:

„Seit einigen Wochen ist Bohrmeister X von der Y-Öl-gesellschaft in Zusammenarbeit mit einem Trupp des physikalischen Instituts der Firma PRAKLA = Hannover in unserem Landkreis dabei, die Voraussetzungen für eine Untergrundkarte zu schaffen.“

oder sie können wirklich netten Humor wiedergeben:

„Wenn die Bewohner von ‚Dingsbums‘ in den letzten Tagen mehrmals am Tage dumpfe Detonationen verspürten, wenn dann die Tassen im Schrank zu wackeln begannen, die Katze aufgescheucht von der Ofenbank springt, oder Opa durch einen leichten Stoß des Fußbodens und Vibrieren der Fensterscheiben im Mittagsschläfchen aufschrickt, so hat dies seine Ursache in erdbebenähnlichen Erschütterungen.“



„Vermuten Sie, daß unter Ihrem Grundstück Gold liegt? Die Lagerstättenforscher könnten für Sie herausfinden, ob das möglich ist. Aber selbst wenn — ob es Ihnen etwas nützen würde? . . . denn normalerweise gehört alles, was unter der Erdoberfläche liegt, dem Vater Staat — was sich nicht auf die Kartoffeln und Regenwürmer in Ihrem Garten bezieht.“

Am hübschesten sind jedoch die **Kernstücke** der meisten Artikel. Sie variieren inhaltlich so stark voneinander und sind so nett in ihrer Art, daß die ursprüngliche Absicht, aus mehreren Berichten einen einzigen Artikel „zusammenzubauen“ zugunsten mehrerer Einzelzitate aufgegeben wurde:

„Die durch die Explosion erzeugte Vibration wird im Meßwagen, in dem der Meßtechniker seines Amtes waltet, auf Verstärker und von da auf den Osselographen geleitet. Die von den verschiedenen harten Schichten des Erdinnern zurückkommenden Stöße zeichnet dieser Apparat auf einen Film, und zwar in Millisekunden. Der Film wird aus dem Osselographen genommen und sofort entwickelt. Es ist ein rein fotochemischer Vorgang. Im Tiefenlinienplan werden sämtliche Messungen eingezeichnet und eine Unzahl von solchen Bohrungen, wie sie augenblicklich durchgeführt werden, ergeben dann die sogenannte Untergrundkarte.“



„Die einzelnen Profile des Gebirges werden in der Karte zusammengetragen und ausgewertet. Selbstverständlich geht diese Arbeit nicht immer ohne Schwierigkeiten ab. Doch die Männer vom Fach müssen mit allen Gegebenheiten des Bodens und jeweiligen Untergrundes fertig werden.“

„Einer der Sprengmeister erklärte, daß die Sprengung bis zu einer Tiefe von 4000 Metern das Erdinnere habe erzittern lassen. Seismographische Apparate registrierten die Erschütterungen, die sich wellenförmig fortsetzen. Daraus können die Fachleute schließen, welcher Art die Erdschichten des Auerberges sind.“

„Während die Sprengung ausgelöst wird, läuft ein Seismogramm über den Oszillographen, der die ausgelösten Reflexionen, die mit Geschwindigkeiten von etwa 1000 Metern in der Sekunde in die Tiefe dringen, in Form der 24 Zackenlinien registriert. Eine Magnetbandapparatur sorgt für beliebige Wiedergabe oder Vervielfältigung.“

„Auf Erdöl richtet sich in der Hauptsache das Augenmerk der PRAKLA. Zum geringen Teil geht es bei ihren Bemühungen auch um Eisenerze, Chromerze, ja bisweilen gar um Diamanten. Die Ingenieure schießen dabei in den Boden und versuchen, dem Untergrund mit einer Art Echolotverfahren auf seine Geheimnisse zu kommen.“

„Ein Spezialmeßwagen nimmt mit photographischen Geräten die durch die Sprengung ausgelösten Reflexionen (Geschwindigkeit der Schallwellen) der unter uns lagernden Erdschichten auf. Hierbei kann auf Grenzen, Eigentumsverhältnisse und Wegsamkeit wenig Rücksicht genommen werden.“

„Es werden die festgestellten unterirdischen Profile genau kartographisch erfaßt. Dazu sind die Sprengungen notwendig, die für die gleichzeitigen seismographischen Messungen die erforderlichen Schwingungen liefern.“

„Der Mensch spürt die Explosion nur als dumpfes Murren. Aber die 72 Seismographen, die am Bohrloch in die Erde gesteckt worden sind, registrieren nun auch die geringsten Wellen. Die Wellen hält das Magnetophon fest, die Zeit der Wellenankunft stoppt die Stoppuhr und schon kann sich der Fachmann ein Bild daraus machen.“



Als Abschluß dieser Zitate das Ende eines dieser Artikel:

„Wir registrieren jedoch immerhin mit großem Interesse, daß die PRAKLA erste exakte Messungen von dem macht, was tief unter unser aller Füßen schlummert.“

Falls einer der namenlos zitierten Herren Redakteure wider alles Erwarten zufälligerweise diesen „Erguß“ zu Gesicht bekommen und darin seine Feder wiedererkennen sollte, bitten wir sehr darum, zur Kenntnis nehmen zu wollen, daß mit nichten simple Spottlust die Triebfeder für diese Zeilen war. Es ist uns wohl bekannt, daß bislang für die Herren Redakteure der Lokalpresse nicht die Pflicht besteht, ein seismisches Praktikum zu absolvieren. Es sollten einzig und allein einem kleinen Kreis von „Eingeweihten“ ein paar vernünftige Minuten bereit werden.

R. Köhler



Ende

