TECHNISCHE MITTEILUNGEN

PRAKLA

NR. 3 · AUGUST 1959

ELEKTROTECHNIK HILFT DER AUSWERTUNG

Die Magnetbandtechnik und ihre Anwendung

IM ABSPIELZENTRUM DER PRAKLA

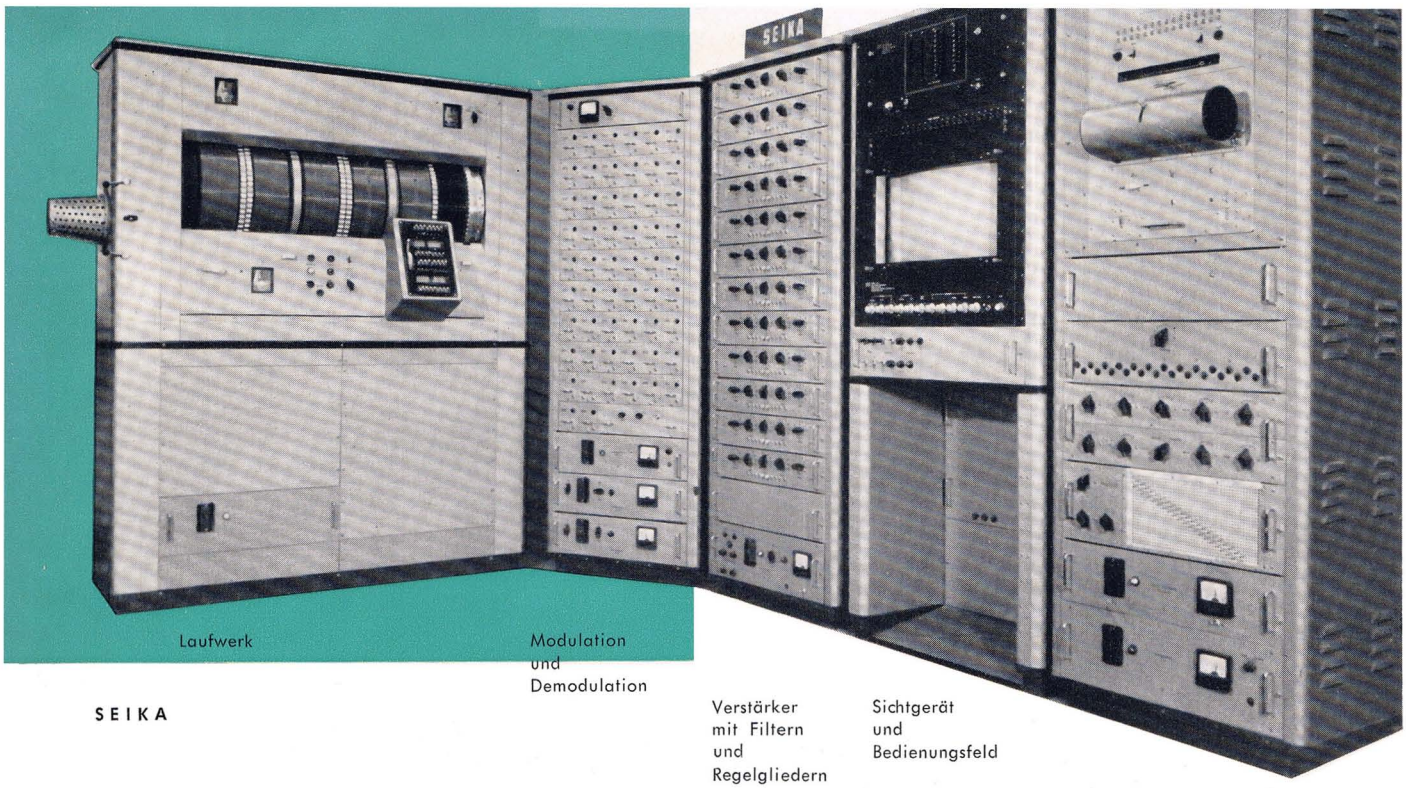
Die Anwendung der magnetischen Tonaufzeichnungstechnik zur Konservierung der Ergebnisse reflexionsseismischer und refraktionsseismischer Meßergebnisse bietet im Vergleich zur photographischen Registrierung zahlreiche Vorteile. Ausschlaggebend hierfür ist, daß die durch den seismischen Schuß ausgelöste Bodenbewegung weitgehend naturgetreu, d. h. nur wenig beeinflußt durch Filterung, Regelung und ähnliches, aufgezeichnet werden kann. Die so konservierten Ergebnisse sind zwar nicht direkt der Auswertung zugänglich, können aber praktisch beliebig oft abgespielt und hierbei auf mannigfache Weise weiterverarbeitet werden. Während bei photographischer Registrierung jede ungünstige Einstellung der Apparatur beim Schuß zu einer Wiederholung der recht kostspieligen Messung zwingt, kann bei magnetischer Registrierung die günstigste Einstellung durch wiederholtes Abspielen des Magnetogrammes in aller Ruhe zu einem beliebigen Zeitpunkt ausprobiert werden.

Dies ist aber nur einer der vielen Vorteile, die durch die Anwendung der Magnetbandtechnik gegeben sind. Um die Möglichkeit weiterer Anwendungsbereiche verständlich zu machen, sollen die physikalischen Grundlagen der magnetischen Tonaufzeichnungstechnik kurz dargestellt werden:

Wie bei der photographischen Registrierung werden im Geophon durch die vom Schuß erzeugte Bodenbewegung elektrische Wechselspannungen induziert. Diese Spannungen werden verstärkt, jedoch nicht gefiltert und nur in geringem Maße geregelt, da bei der magnetischen

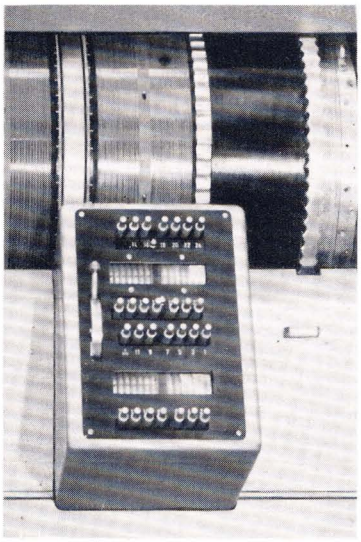
SEIKA
•
GEODATA
•
VIPMA

http://www.prakla-seismos-report.de

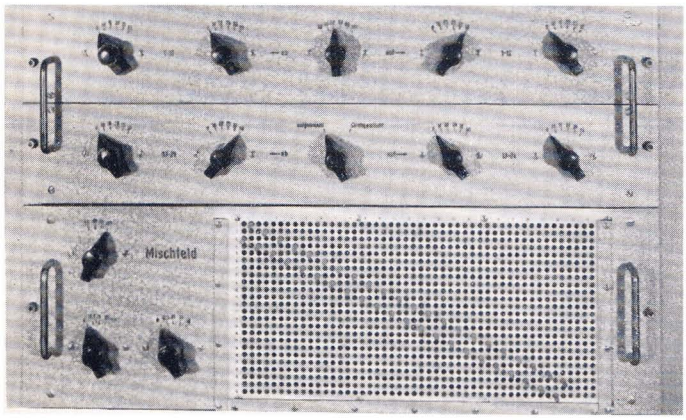


SEIKA

Trommel mit verschiebbaren Magnetköpfen



Mischfelder



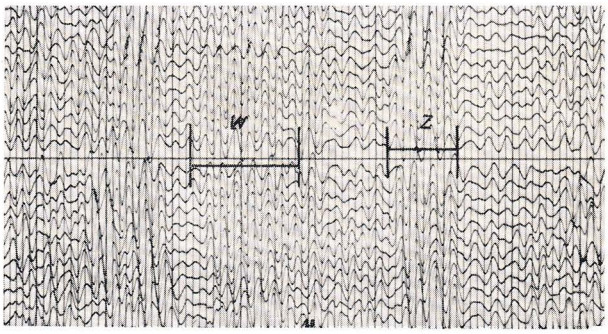
Registrierung ein größerer Frequenz- (5 - 500 Hz) und Spannungsbereich (1 : 1000) verarbeitet werden kann als bei photographischer Registrierung. Da das Magnetband für die in der Seismik vorherrschenden niedrigen Frequenzen unempfindlich ist, müssen die verstärkten Wechselspannungen amplituden- und frequenzmäßig umgesetzt werden. Dieses geschieht in **Modulatoren,** deren Benutzung die verzerrungsfreie magnetische Aufzeichnung niedrigster Frequenzen gestattet. Die verstärkte und modulierte Energie wird einem magnetischen „Sprechkopf", das ist ein kleiner Elektromagnet, zugeleitet, der die Wechselspannungen in magnetische Felder umsetzt. Die Änderungen dieser Magnetfelder werden einem Magnetband — einer Kunststoffolie, die mit einer magnetisierbaren Schicht überzogen ist — aufgeprägt; das Magnetband wird hierzu mit konstanter Geschwindigkeit am Sprechkopf vorbeigeführt.

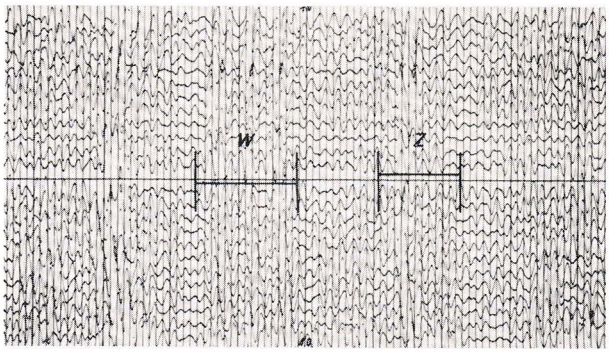
Beim Abspielen wird das Magnetband wieder an den „Sprechköpfen", die nunmehr als „Wiedergabeköpfe" benutzt werden, vorübergeführt. Hierbei induzieren die in der magnetisierbaren Schicht gespeicherten Änderungen des Magnetfeldes in den Köpfen elektrische Spannungen, die **Demodulatoren** zugeleitet werden. Die Demodulatoren sind notwendig, um die Wirkung der Modulatoren rückgängig zu machen. Die am Ausgang der Demodulatoren zur Verfügung stehende Spannung entspricht der Wechselspannung, die durch die Bodenbewegung im Geophon erzeugt wurde. Sie kann also einem seismischen Verstärker zugeführt, dort in der üblichen Weise verstärkt, gefiltert, geregelt, gemischt und anschließend photographisch registriert werden.
Die bis hier beschriebenen Einrichtungen sind in jeder Magnetbandfeldapparatur der PRAKLA vorhanden. Ihr Einsatz bietet also den bereits oben erwähnten Vorteil, daß die günstigsten Filterbedingungen, Regeleinstellungen und Mischungsverhältnisse erprobt werden können.
Die Benutzung des Magnetogrammes für die Registrierung bietet aber außerdem den Vorteil, daß beim Abspielen die zu den seismischen Spuren gehörenden Wiedergabeköpfe gegeneinander verschoben werden können. Hierdurch werden

http://www.prakla-seismos-report.de

SEIKA-ABSPIELUNGEN

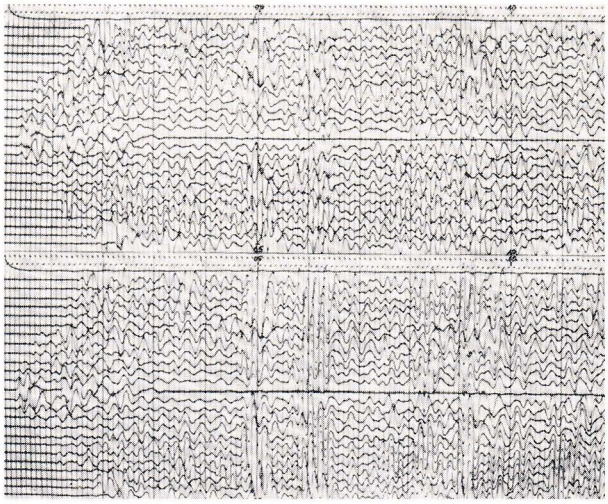
Verbesserung der Seismogrammqualität





durch Variation der Filtereinstellung:

Bei niederfrequenter Abspielung (22-45 Hz) erscheint die mit Z bezeichnete Reflexion, bei hochfrequenter Abspielung die mit W bezeichnete in optimaler Qualität.



durch Berücksichtigung von Oberflächenkorrekturen:

Im zeitlich korrigierten Seismogramm sind zahlreiche gute Reflexionen sichtbar, die im unkorrigierten Seismogramm kaum erkannt werden können.

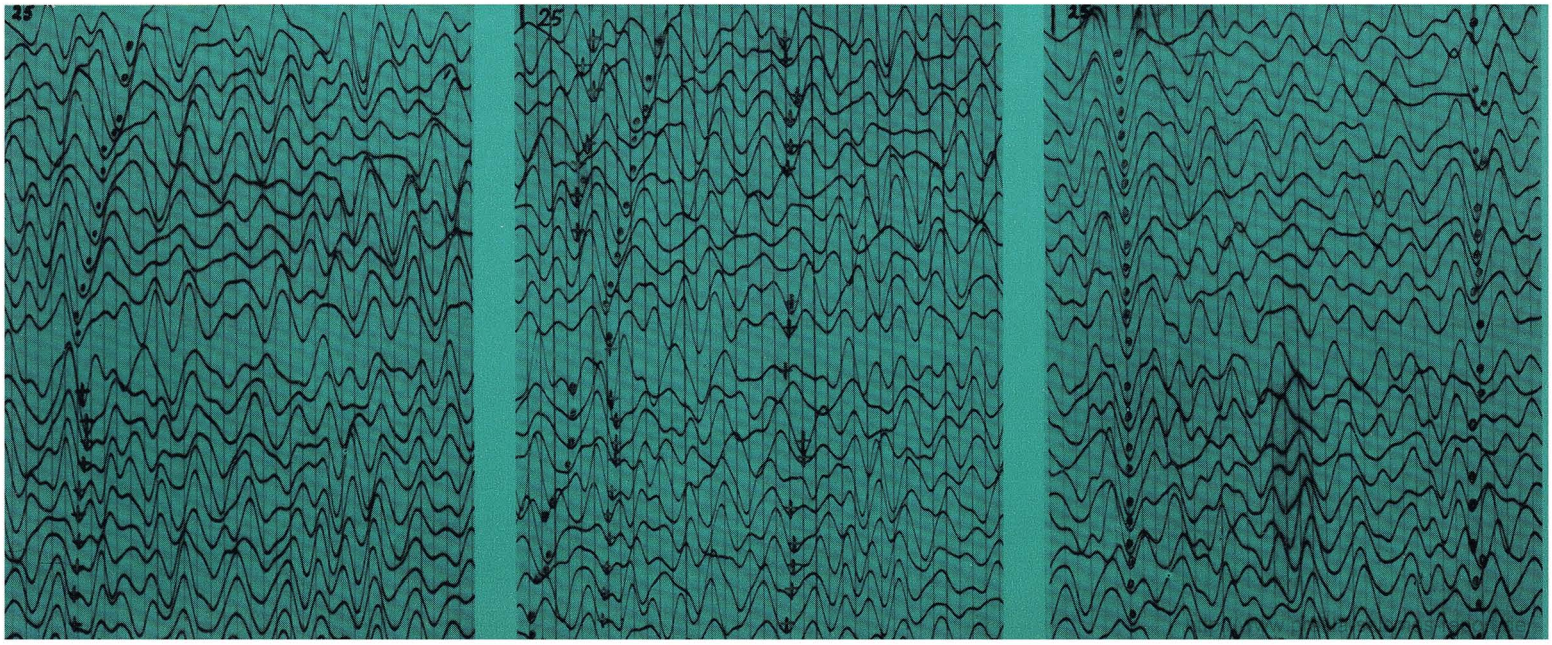
durch Trennen von Reflexionen unterschiedlicher Neigung.

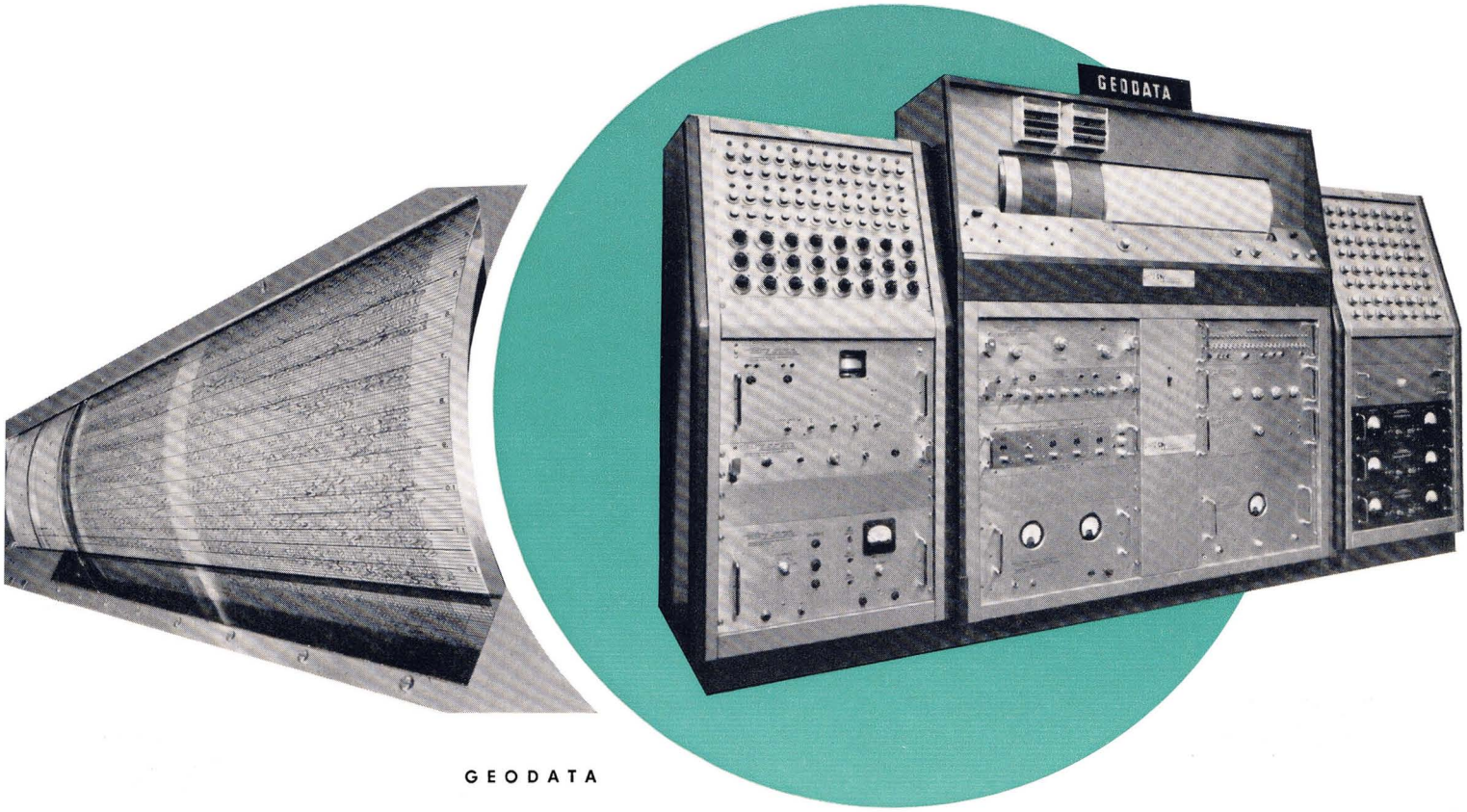
Verursacht durch die Überlagerung von einfachen (.) und multiplen (+) Reflexionen zeigt das zweifach gemischte und das ungemischte Seismogramm nicht auswertbare Reflexionselemente unterschiedlicher Neigung. Die bei der Auswertung störende multiple Reflexion kann nach Geradestellen der einfachen Reflexion durch springende Mischung unterdrückt werden.

ohne Zeitkorrekturen
zweifach gemischt

ohne Zeitkorrekturen
ungemischt

mit statischen Korrekturen
dreifach springend gemischt





GEODATA

beim Abspielen zeitliche Korrekturen berücksichtigt. Werden die zeitlichen Korrekturen so gewählt, daß sie die beispielsweise durch ungleichmäßige Mächtigkeit der Verwitterungsschicht oder durch wechselnde Geländehöhen verursachten Laufzeitverzerrungen ausgleichen, so werden aus gekrümmten, schwer auswertbaren Reflexionen häufig gut korrelierbare Reflexe. Die gleichen Zeitkorrekturen können auch dazu benutzt werden, stark geneigte Reflexionen gerade zu stellen und somit der Mischung zugänglich zu machen. Beim Vorliegen sich kreuzender Reflexionen, beispielsweise beim Auftreten von reflektierter Rrefraktion oder multiplen Reflexionen, kann so die für die Auswertung interessante Reflexion geradegestellt und die andere durch „springende Mischung" zum Verschwinden gebracht werden. Bei Anwendung der „springenden Mischung" sind nur nicht benachbarte Spuren am Energieaustausch beteiligt.

Die erwähnten Zeitkorrekturen werden **statische** Korrekturen genannt, weil sie konstant, also nicht von der Laufzeit abhängig sind. Bei großen Aufstellungsweiten oder sehr flach liegenden Reflexionen ist jedoch die Mischung wegen der Hyperbelkrümmung der Reflexionen wirkungslos. Da die Hyperbelkrümmung der Reflexionen von der Schallaufzeit abhängig ist, kann sie nur beseitigt werden, wenn die die zeitliche Korrektur verursachende Kopfverschiebung in Abhängigkeit von der Laufzeit variiert werden kann. Systeme zur Durchführung von laufzeitabhängigen, sogenannten **dynamischen** Korrekturen sind in zahlreiche Abspielanlagen eingebaut.

Die Möglichkeit, statische und dynamische Korrekturen beim Abspielen berücksichtigen zu können, ist insbesondere bei der Herstellung von Seismogrammprofilen bedeutungsvoll. In Seismogrammprofilen sind die zu einer Folge von Schußpunkten gehörenden Meßergebnisse nebeneinander aufgezeichnet; sie ermöglichen eine schnelle übersichtsmäßige Auswertung.

Neuerdings werden die Meßergebnisse, insbesondere bei der Herstellung von Seismogrammprofilen, nicht mehr in der konventionellen Linienschrift geschrieben, sondern beispielsweise in der der Tonfilmtechnik entlehnten Dichteschrift. Sie kann unter Benutzung des aus der Fernsehtechnik bekannten Braunschen Rohres erzeugt werden: Der Elektronenstrahl, der den Lichtpunkt auf dem Bildschirm erzeugt, wandert entsprechend der Schallaufzeit von links nach rechts. Hierbei wird seine Helligkeit durch das aus dem Normalseismogramm bekannte Schwingungsbild so gesteuert, daß großen negativen Amplituden die größte Helligkeit und großen positiven Amplituden größte Dunkelheit entspricht. Zu den Zwischenwerten gehören mittlere Helligkeitswerte. Bei Geräten dieser Art werden alle im Magnetogramm enthaltenen Spuren gleichzeitig nebeneinander geschrieben und photographiert. Bevor der Vorgang für das zum Nachbarschußpunkt gehörende

Bedienungsfeld

Drehknöpfe zur Einstellung der Zeitkorrekturen

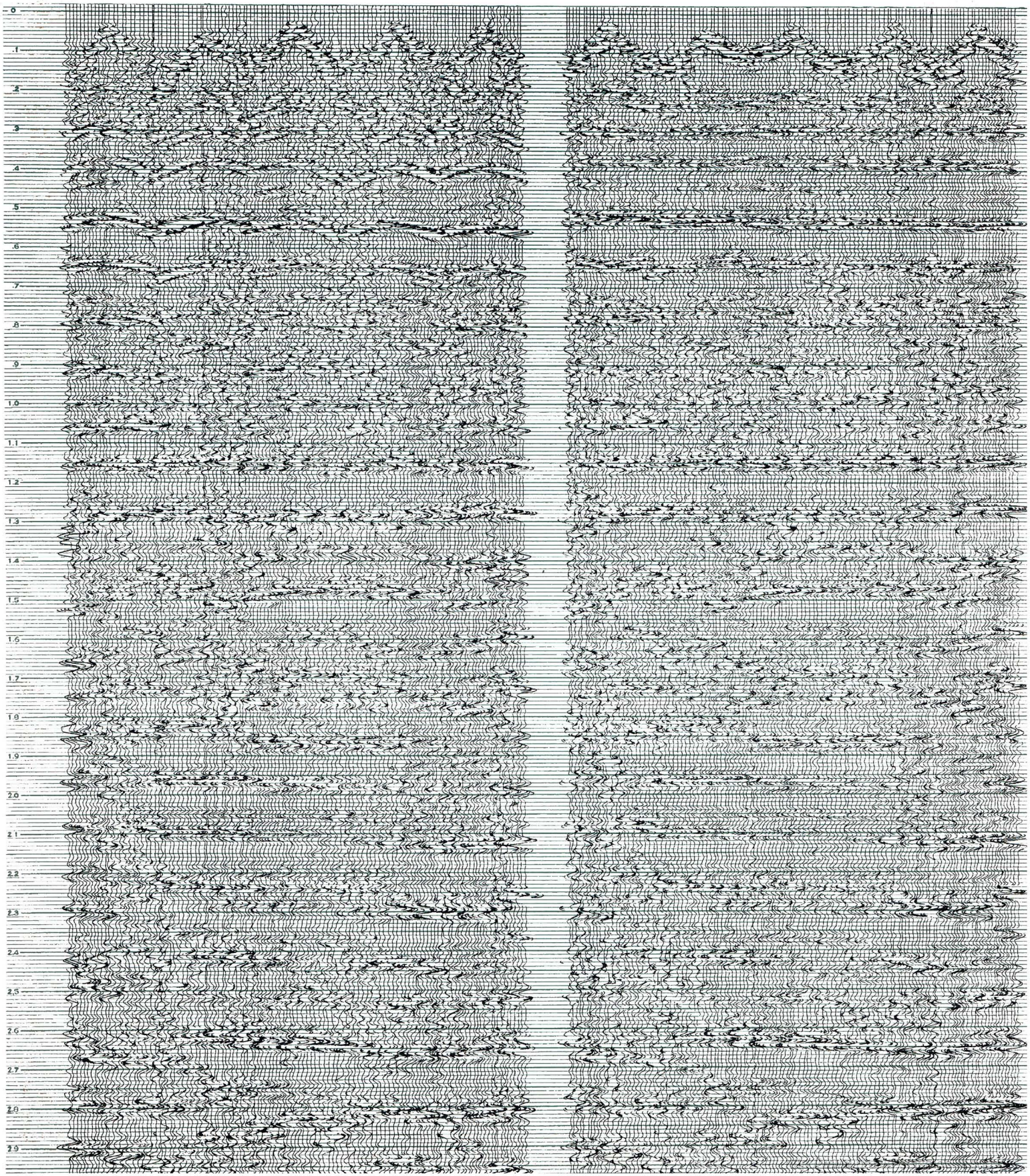
http://www.prakla-seismos-report.de

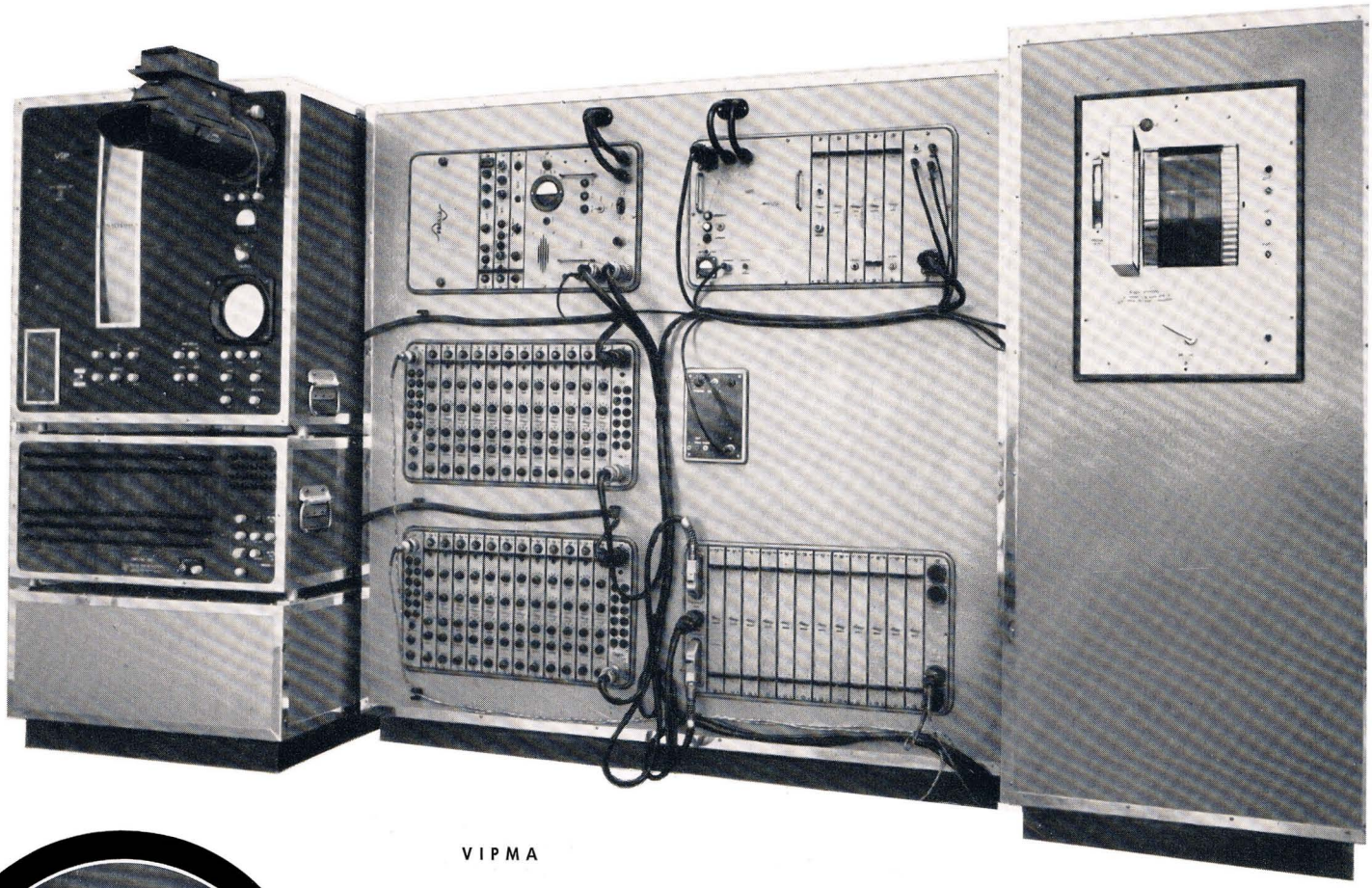
Magnetogramm wiederholt wird, wird die photographische Platte so verschoben, daß die zu den beiden Magnetogrammen gehörenden Bilder nebeneinander aufgezeichnet werden. Bei Benutzung des Braunschen Rohres für die Herstellung von Seismogrammprofilen ist es darüber hinaus möglich, den Lichtpunkt nicht mit konstanter Geschwindigkeit von links nach rechts laufen zu lassen, sondern mit einer variablen Geschwindigkeit. Die Ablenkgeschwindigkeit kann entsprechend der Schallgeschwindigkeit gesteuert werden, die in dem Meßgebiet, aus dem das abzuspielende Magnetogramm stammt, beobachtet wurde. Dadurch erhält das Seismogrammprofil den Charakter eines Profilschnittes, der die Neigung und Tiefe der Reflexionshorizonte annähernd richtig wiedergibt, solange diese etwa söhlig gelagert sind.

Seismogrammprofil in Linienschrift

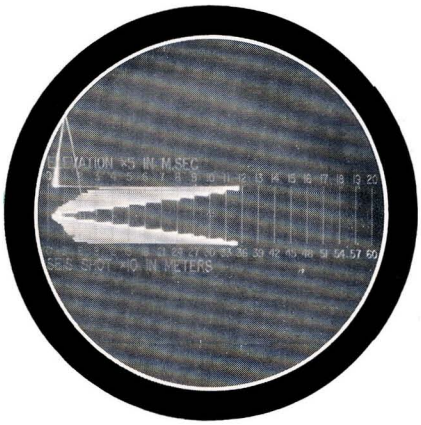
ohne dynamische Korrekturen

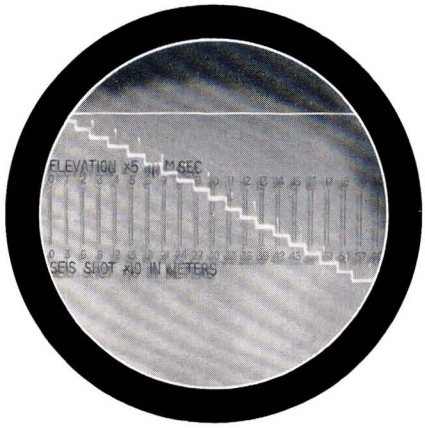
mit dynamischen Korrekturen



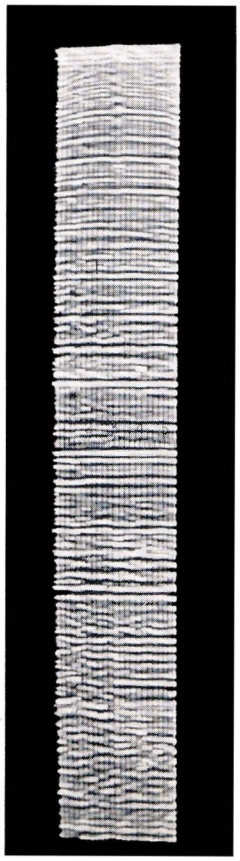


VIPMA





Kontrolle der eingestellten dynamischen Korrekturen (oben) und der eingestellten Geschwindigkeitskurven (unten) auf dem Monitorrohr



Seismogramm in Dichteschrift auf dem Hauptkontrollrohr

Aus der großen Anzahl der erwähnten Abspielmöglichkeiten folgt, daß es nicht zweckmäßig ist, eine universelle Abspielanlage zu entwickeln, und daß es technisch unmöglich sein dürfte, eine solche Abspielanlage als Feldapparatur, die ja transportabel sein muß, zu bauen. Bei den Magnetbandfeldapparaturen der PRAKLA wurden daher die Abspielmöglichkeiten auf das bereits erwähnte Maß beschränkt.
Dagegen wurden im Abspielzentrum der PRAKLA solche Anlagen installiert, die die Durchführung der unterschiedlichsten Aufgaben ermöglichen. Die Benutzung mehrerer sich ergänzender Anlagen erhöht die Leistungskapazität des Abspielzentrums und gibt außerdem die Möglichkeit, die Einrichtung durch Auswechseln einzelner Apparaturen stets dem neuesten Stand der Technik anzupassen. Zur Zeit wird im Abspielzentrum der PRAKLA

zur Herstellung von photographisch registrierten Einzelseismogrammen die SEIKA,
zur Herstellung von Seismogrammprofilen in Linienschrift die GEODATA
und zur Herstellung von Seismogrammprofilen in Dichteschrift die VIPMA

benutzt.
Während SEIKA von PRAKLA entwickelt und gebaut wurde, ist GEODATA ein Erzeugnis der SIE und VIP, das wichtigste Teilgerät der VIPMA, ein Erzeugnis von Texas Instruments Inc.
Beim Aufbau der SEIKA wurde größter Wert darauf gelegt, daß

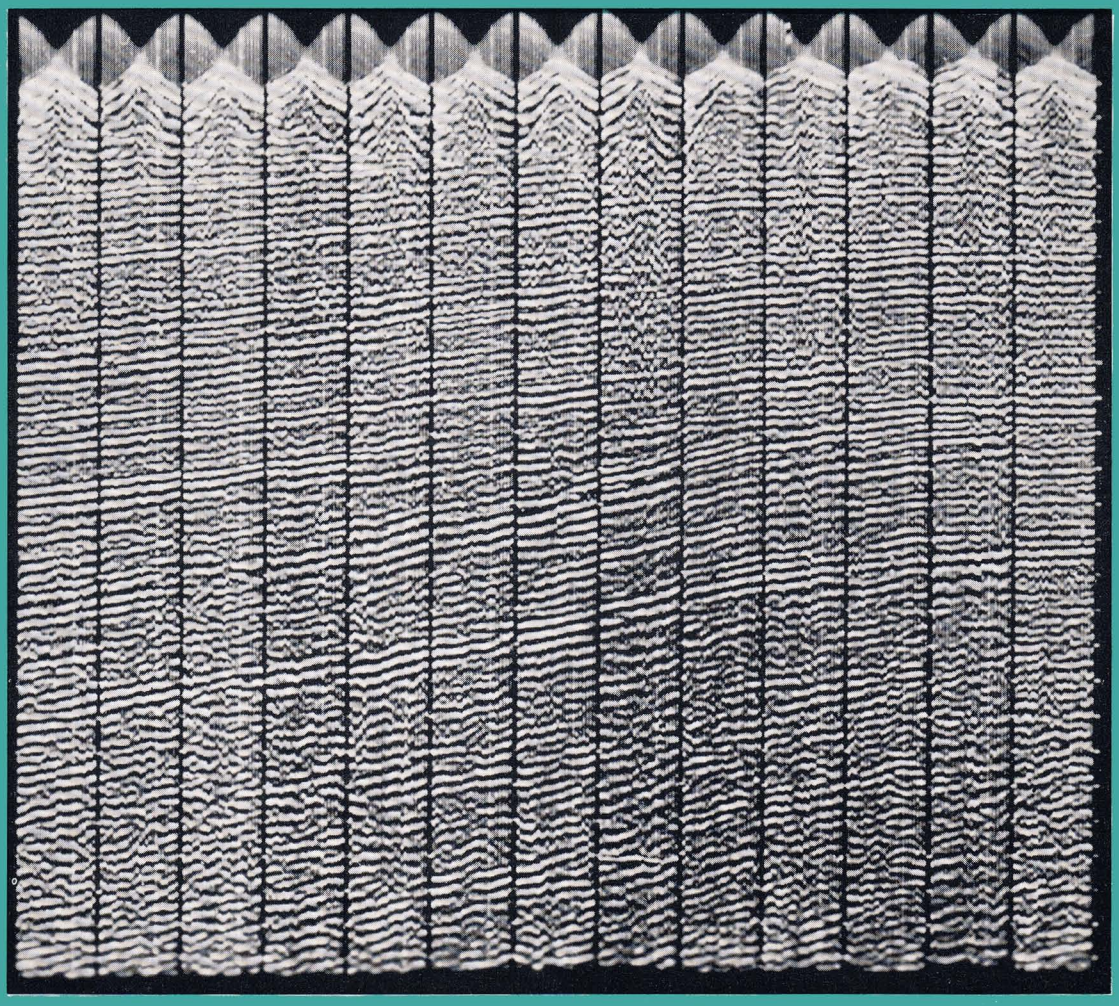
1. beim Abspielen alle Forderungen erfüllt werden können, die bei der Auswertung von Einzelseismogrammen, deren Ziel ja eine in das Detail gehende Aussage ist, vernünftigerweise auftreten können und daß
2. für das Abspielen der Seismogramme nur möglichst wenig Zeit benötigt wird.

http://www.prakla-seismos-report.de

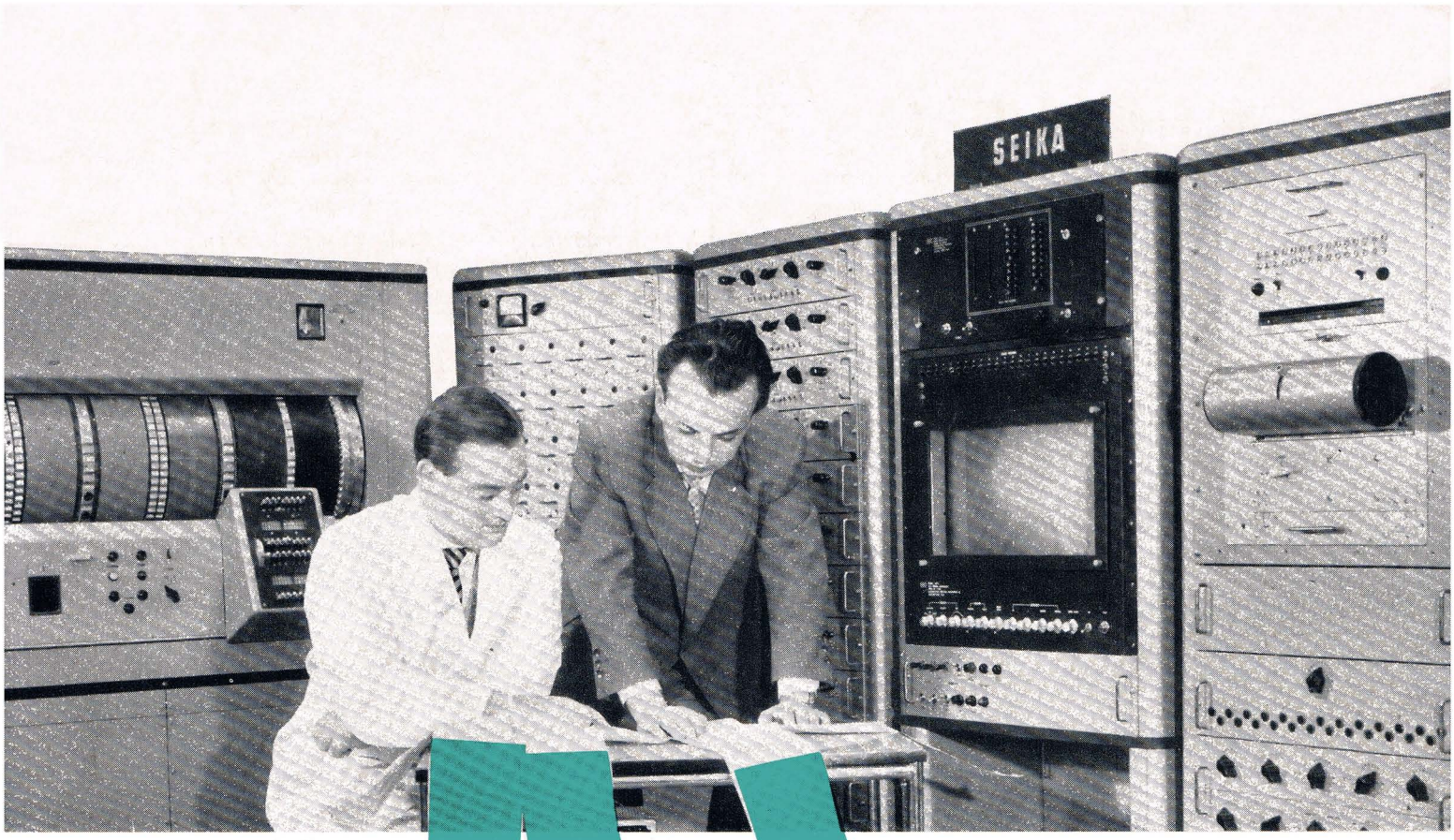
Zur Erfüllung der ersten dieser Forderungen wurden die Verstärker der SEIKA so ausgelegt, daß die Variation der Hoch- und Tiefpässe in wesentlich größerem Maße als bei den Feldapparaturen möglich ist. Da auch die Filmtransportgeschwindigkeit in weiten Grenzen geändert werden kann, ist es möglich, Seismogramme mit hoher Auflösung (high resolution) herzustellen. Die Wiedergabeköpfe sind meßbar gegeneinander zu verschieben, so daß beim Abspielen statische Korrekturen berücksichtigt werden können. Auf die für die Berücksichtigung dynamischer Korrekturen notwendigen Einrichtungen wurde jedoch bewußt verzichtet, weil die Hyperbelkrümmung der Reflexionen bei einer in das Detail gehenden Auswertung nicht stört.
Das Laufwerk der SEIKA enthält fünf Trommeln und die zum „Stapeln" von Magnetogrammen notwendigen Einrichtungen. Beim Stapeln werden die Meßergebnisse, die von mehreren Schüssen stammen, jedoch mit der gleichen Geophonauslage aufgenommen wurden, und die zunächst auf mehreren Magnetogrammen registriert wurden, auf ein Magnetband zusammengespielt.

Zur Erfüllung der zweiten der erwähnten Forderungen wurde großer Wert auf eine sinnvolle Ausgestaltung der Bedienungsgeräte gelegt. Um zu vermeiden, daß beim Suchen der günstigsten Einstellung der Filter, der Regelzeit oder der statischen Korrekturen die Arbeit durch das Warten auf die Fertigstellung der photographisch registrierten Seismogramme unterbrochen wird, wurde ein Betrachtungsgerät eingebaut. Dieses enthält im wesentlichen ein Braunsches Rohr, auf dessen Bildschirm ein beliebig einstellbarer Teil des Seismogrammes in der gewohnten Linienschrift sichtbar gemacht werden kann. Der Einfluß der jeweiligen Einstellung auf die Seismogrammqualität kann somit sofort beobachtet werden. Außerdem wird durch eine „Einknopfschaltung" erreicht, daß die Umschaltung der 24 Verstärker jeweils mit einem Handgriff erfolgen kann.
Bei Benutzung der GEODATA werden die Ergebnisse der Abspielung nicht photographisch registriert, sondern von einem Tintenschreiber Spur nach Spur aufgezeichnet. Da die GEODATA jeweils nur die Ergebnisse einer Spur verarbeitet, enthält sie auch nur einen Verstärker mit den für die

Seismogrammprofil in Dichteschrift aufgenommen mit VIPMA



http://www.prakla-seismos-report.de



Filterung und Regelung notwendigen Einrichtungen. Die beim Übergang zur nächsten Spur erforderlichen Umschaltvorgänge werden vollautomatisch durchgeführt.

Beim Abspielen mit GEODATA können statische und dynamische Korrekturen berücksichtigt werden. Die mit dieser Anlage hergestellten Seismogrammprofile haben den Charakter von Lotzeitprofilen.

Die mit VIPMA abgespielten Seismogrammprofile werden in Dichteschrift aufgezeichnet. Diese Anlage setzt sich aus dem VIP-Gerät (VIP-variable intensity plotter) und einer normalen Magnetbandfeldapparatur zusammen. Bei ihrer Benutzung stehen also auch die gleichen Möglichkeiten in bezug auf Filterung und Regelung zur Verfügung. Beim Abspielen mit der VIPMA können statische und dynamische Korrekturen berücksichtigt werden, außerdem ist es möglich, den Zeitmaßstab entsprechend der im jeweiligen Untersuchungsgebiet beobachteten Schallgeschwindigkeit zu verzerren. Bei Benutzung der VIPMA können demnach die Seismogrammprofile so hergestellt werden, daß sie die Tiefe und Neigung der reflektierenden Schichten näherungsweise richtig wiedergeben. Es soll jedoch betont werden, daß in den Seismogrammprofilen lediglich der Zeitmaßstab entsprechend einer starren Geschwindigkeitskurve gestreckt werden kann. Das Migrieren der Horizonte oder gar die Berücksichtigung der Strahlenbrechung ist nicht möglich.

Zur Zeit wird ein Zusatzgerät zu der bereits erwähnten GEODATA gebaut, mit dem Ziel, mit GEODATA auch Seismogrammprofile in Flächenschrift (variable area) herstellen zu können.

Die im Abspielzentrum der PRAKLA installierten Anlagen reichen aus, alle durch die Magnetbandtechnik gegebenen Vorteile voll auszunutzen. Während mit SEIKA Einzelseismogramme hergestellt werden, die die Grundlage der in den deutschen Meßgebieten zu fordernden Spezialauswertung sind, können mit GEODATA und VIPMA Seismogrammprofile für eine übersichtsmäßige und schnell orientierende Auswertung hergestellt werden.

PRAKLA

GESELLSCHAFT FÜR PRAKTISCHE LAGERSTÄTTENFORSCHUNG M.B.H. · HANNOVER · HAARSTRASSE 5

GRAFIK REICHERT

http://www.prakla-seismos-report.de