Applikation

RFT

Akustische Meßaufgaben
- Geräte und Meßplätze -

VERGLEICHSLISTE LABORGERÄTESYSTEM

Folgende in der Applikationsschrift genannten Geräte wurden im Rahmen des - Laborgerätesystems Schwingungstechnik und Akustik - durch Weiterentwicklungen abgelöst.

Die technischen Aufgabenstellungen haben sich dadurch nicht verändert.

alt		neu	
Pistonfon	00 003	Pistonfon Kalibrator	05 001 05 000
Signalgenerator	03 000	Signalgenerator + Regel- Anzeigeteil	03 005 02 037
Terz-Oktav-Analysator	01 003	Terz-Oktav-Filter + Anzeigeteil (Schall)	01 018 02 022
Schmalbandanalysator	01 002	Schmalbandfilter + Anzeigeteil	01 013 02 036
Pegelschreiber	02 013	Pegelschreiber	02 060
Dauerschallpegelmess	00 005	Integr. Impulsschall- pegelmesser Lärmdosimeter	00 026 00 090 00 080

Rationelle Lösung akustischer Meßaufgaben

Meßaufgaben

Eine hervorragende Bedeutung hat die akustische Meßtechnik im Verlauf der letzten Jahre im Rahmen des Umweltschutzes gewonnen. Hier spielen vor allem tragbare Schallpegelmesser und Filter in allen Phasen der Lärmbekämpfung eine entscheidende Rolle. Dabei sind die wichtigsten Meßaufgaben:

- Überprüfung, ob zulässige Schallpegel-Grenzwerte eingehalten werden
- Schallpegelmessung und Frequenzanalysen an Geräuscherzeugern zur Einleitung von Lärmbekämpfungsmaßnahmen während der Entwicklungsphase (sogenannte „primäre Lärmbekämpfung")
- Projektierung und Ausführung von Maßnahmen zur Einschränkung der Schallausbreitung und -abstrahlung (sogenannte „sekundäre Lärmbekämpfung")
- Kontrolle des Erfolges eingeleiteter Maßnahmen

Gleichzeitig sind nach wie vor in zahlreichen Fachgebieten, z. B. in der

- Bauakustik
- Raumakustik
- Unterhaltungselektronik
- Kommunikationstechnik
- musikalischen Akustik

nun schon als klassisch zu bezeichnende Meßaufgaben, wie die Messung der Nachhallzeit von Räumen, der Schalldämm-Maße von Wänden und Kapselungen, der Richtungseigenschaften von Schallsendern und -empfängern, zu lösen.

Als neuer akustischer Kennwert hat der Schallleistungspegel als Qualitätsmerkmal von Maschinen und Aggregaten großes Interesse bei Herstellern und Anwendern gefunden. Er basiert auf umfangreichen Schallpegelmessungen, die entsprechend dem gewählten Meßverfahren zum Schalleistungspegel des Meßobjekts verarbeitet werden müssen.

Wegen der oft anfallenden erheblichen Datenmenge werden rationell arbeitende Meßplätze benötigt, die den Meßtechniker weitestgehend von Routinearbeit befreien und die Meßzeit drastisch verkürzen.

Diesen Anforderungen wird das Gerätesortiment der Luft- und Körperschallmeßtechnik von RFT Meßelektronik „Otto Schön" Dresden gerecht. Es ermöglicht die sinnvolle Lösung u. a. folgender Meßaufgabenkomplexe:

1. Aufnahme und Auswertung des Zeitverlaufs des Schalldruckpegels (z. B. Ermittlung des äquivalenten Dauerschallpegels, Beurteilung der Gehörschädlichkeit)
2. Frequenzanalyse von Schall- und Schwingungsvorgängen sowie elektrischen Signalen mit unterschiedlicher Selektivität (Terz- oder Oktavspektrum in diskreten Frequenzschritten, Schmalbandanalyse mit kontinuierlichem Frequenzvorschub)
3. Echtzeit-Terzanalyse von Schall- und Schwingungsvorgängen sowie elektrischen Signalen
4. Messung der Nachhallzeit von Räumen
5. Bestimmung des Schalleistungspegels nach einem der standardisierten Meßverfahren oder in vereinfachter, für die Serienprüfung abgewandelter Form
6. Ermittlung des frequenzabhängigen Übertragungsmaßes von Schallsendern und -empfängern mit determinierten oder stochastischen Signalen, u. a. nach dem Verfahren des Substitutionsvergleichs
7. Messung der Richteigenschaften von Schallsendern und -emfängern durch Aufnahme von Polardiagrammen (Frequenz als Parameter) oder frequenzabhängigen Pegeldarstellungen (Drehwinkel als Parameter)
8. Ermittlung bauakustischer Kenngrößen, z. B. Messung der Luft- und der Trittschalldämmung von Bauteilen und in Bauwerken
9. Maschinendiagnostische Untersuchungen, z. B. durch Vergleich des aufgenommenen Frequenzspektrums mit einem Referenzspektrum

Darüber hinaus werden RFT-Geräte der Schallmeßtechnik für Sonderaufgaben in Medizin, Physiologie, Maschinenbau, Verkehrswesen, Elektroakustik usw. eingesetzt und dienen – einbezogen in Produktionsprozesse – zur Qualitätsüberwachung (z. B. Laufruhekontrolle an Motoren durch Geräuschmessung in einem definierten Frequenzbereich).

Meßgeräte

Die Basis für das Gerätesortiment der Luft- und Körperschallmeßtechnik bildet das Laborgerätesystem der Akustik. Ihm sind Einzelgeräte und digitale Peripheriegeräte zur Komplettierung halb- oder vollautomatisch arbeitender Meßeinrichtungen sowie Einzelgeräte zur mobilen Meßausrüstung zugeordnet (siehe Tabelle 1 und Übersicht Seite 14). Das Gerätesortiment gliedert sich in Einrichtungen zur

- Signalerzeugung (z. B. Rauschgenerator)
- Signalwandlung (z. B. Mikrofon)
- Signalaufbereitung und Verarbeitung (z. B. Verstärker, Filter)
- Signalregistrierung (z. B. Pegelschreiber)
- Informationsspeicherung (z. B. Lochbandstanzer)
- Erfüllung von Hilfsfunktionen (z. B. Pistonfon, Stromversorgungsbaustein)

Die konstruktive Ausführung des Laborgerätesystems der Akustik entspricht dem Einheitlichen Gefäßsystem (EGS) der DDR gemäß TGL 25 061. Die Volleinschubbreite beträgt 480 mm. Die Systemgehäuse, deren Baugruppeneinsätze auch als Halb- bzw. Volleinschub in EGS-Gestellen einsetzbar sind, besitzen im 40-mm-Raster eine Stromversorgungszuführung für Bausteineinschübe. Für die Stromversorgung der Bausteine im Systemgehäuse ist stets ein Netzteileinschub erforderlich. Die Bausteine können innerhalb eines Gehäuses beliebig kombiniert werden, da alle Steuer- und Meßsignalverflechtungen extern verkabelt werden.

Alle Geräte des Sortiments erfüllen die „Allgemeinen technischen Forderungen für Elektronische Meßgeräte", wie sie in den einschlägigen RGW-Standardempfehlungen (z. B. RS 2656-70 für allgemeine elektrische und konstruktive Forderungen, RS 3824-73 für Betriebsbedingungen, RS 2657-73 für klimatische Bedingungen) und der daraus abgeleiteten TGL 14 283 Bl. 1–14 festgelegt sind.

Die RFT-Geräte der Schallmeßtechnik überdecken einen Frequenzbereich von 2 Hz bis 200 kHz und erlauben die Erfassung und Verarbeitung eines Pegelbereiches (A-bewertet) – bei Verwendung von Kondensatormeßmikrofonen – von 19 . . . 170 dB. Sie bieten die Möglichkeit, Frequenzanalysen mit konstanter relativer Bandbreite zwischen 1 Oktave und $\frac{\Delta f}{f} = 3\,\%$ durchzuführen. Bei Körperschallmessungen finden piezoelektrische Beschleunigungsaufnehmer Einsatz, die an den Mikrofonvorverstärker über einen Körperschalladapter (zur Messung der Schwinggeschwindigkeit) oder einen Beschleunigungsadapter (zur Messung der Schwingbeschleunigung) angeschlossen werden.

Die Ausgabe der Meßwerte oder Verarbeitungsergebnisse kann wahlweise über

- analoge oder digitale Anzeige
- Bildschirmdarstellung
- grafische Aufzeichnung
- alphanumerischen Druck
- Lochstreifen
- elektrisches Signal (analog und/oder digital)

erfolgen. Um eine problemlose Kopplung der Geräte zu Meßplätzen in unterschiedlicher Struktur und mit unterschiedlichem Verarbeitungskomfort zu ermöglichen, sind sie in ihren elektrischen, logischen und konstruktiven Eigenschaften im notwendigen Umfang vereinheitlicht. Der Vereinheitlichung der elektrischen und logischen Eigenschaften der Geräte liegt das INTERFACE IMS-1 Kategorie 2 gemäß RGW-Standardempfehlung RS 3826-73 zugrunde, das in der DDR unter der Bezeichnung SI 1.2 in TGL 29 248 festgelegt ist. Sollen Geräte des RFT-Laborgerätesystem mit digitalen Peripheriegeräten, die ein anderes Interface (z. B. gemäß IEC oder CAMAC) enthalten, in Meßplätzen zusammenarbeiten, so ist die Bereitstellung von entsprechenden Interfacekoppeleinheiten möglich.

Die RFT-Geräte der Schallmeßtechnik erfüllen alle einschlägigen internationalen Vorschriften und nationalen Standards für akustische Meßgeräte, so z. B.

- IEC-Empfehlung 123
- IEC-Empfehlung 179 und 179 A
- IEC-Empfehlung 225
- RGW-Empfehlung RS 1873-69
- TGL 200-7755 Bl. 1 bis Bl. 3
- DIN 45 633 Bl. 1 und Bl. 2
- DIN 45 651
- DIN 45 652

Rationelle Lösung von Meßaufgaben mit Meßplätzen, die unterschiedlichen Meßwert-Verarbeitungskomfort bieten

Zur Lösung der in den Tabellen 2 bis 4 angeführten Meßaufgaben werden erprobte Meßplätze unterschiedlichen Automatisierungsgrades vorgestellt und empfohlen. Die Darstellungen beschränken sich auf die grundlegende Topologie der Zusammenschaltung (Informationssignalfluß und Steuerverflechtung), ohne auf Einzelheiten der Signalverflechtung, der Funktion und der Bedienung einzugehen. Dies ist Gegenstand der „Meßplatzbeschreibungen", die sämtliche zur Durchführung der Messung erforderlichen Hinweise enthalten und bei Bedarf von RFT Meßelektronik „Otto Schön" Dresden bezogen werden können. Die Meßplatzbeschreibungen, die auch die entsprechenden Steuerprogramme enthalten, beziehen sich auf die Meßplätze, die in den Tabellen 2 bis 4 mit dem Vermerk „Speziell zur Lösung der betreffenden Meßaufgabe vorgesehen" gekennzeichnet sind. Grundsätzlich erfolgt die gewünschte Programmierung und Steuerung durch eine externe Verkabelung der Bausteine und Geräte des Laborgerätesystems der Akustik. Für Meßplätze mit Rechner können für die entsprechenden Meßaufgaben ebenfalls Verarbeitungsprogramme von RFT Meßelektronik Dresden bezogen werden.

Die Auswahl und Optimierung des Meßgeräteeinsatzes für eine konkrete Meßaufgabe erfolgt letztlich durch den Meßtechniker u. a. unter den Gesichtspunkten:

- vorhandener Meßgerätepark
- Häufigkeit und Menge anfallender Daten
- Weiterverarbeitung der Meßdaten
- Arbeitskräfteeinsatz
- Zeitaufwand
- Kosten-Nutzen-Kalkulation

Beispiele: Für Kontrollmessungen im Rahmen einer Beschwerde gegen Nachbarschaftslärm genügt der Einsatz eines Präzisions-Impulsschallpegelmessers vom Typ 00 024 oder 00 017. Sind dagegen z. B. in einem Laboratorium für die Baustoffindustrie ständig Schalldämmungsmessungen durchzuführen, so wird man wegen der event. anfallenden Datenmenge und zur Entlastung des Meßpersonals von Routinearbeiten den Einsatz eines Digitalrechners erwägen, der gegebenenfalls die automatische Weiterverarbeitung der Meßergebnisse zwecks statistischer Auswertung, z. B. im on-line-Betrieb, übernimmt.

Für die unterschiedliche Nutzung der Meßplätze für verschiedene Meßaufgaben erweist sich das Laborgerätesystem der Akustik als außerordentlich attraktiv, da es durch unterschiedliche Bausteinkombinationen in einem Systemgehäuse sehr variabel und anpassungsfähig an die Meßaufgabe ist und außerdem mit gleichen Bausteinen die Realisierung sowohl handbedienter als auch halbautomatisch oder vollautomatisch arbeitender Meßplätze zuläßt. Im folgenden werden 5 Gruppen von Meßplätzen, (28 Meßplätze), die sich im Grad des Meßwert-Verarbeitungskomfort unterscheiden, vorgestellt. Die einzelnen Meßplätze sind jeweils für eine bzw. für mehrere Meßaufgaben zusammengestellt und getestet worden.

Meßplatztypen

H: ausschließlich handbedient, ohne jede automatische Steuerung und Programmierung

P: automatische Steuerung und Programmierung möglich unter Einbeziehung eines Pegelschreibers

D: automatische Steuerung und Programmierung möglich; digitale Geräte werden zur Meßwertspeicherung bzw. zur Vorbereitung ihrer Weiterverarbeitung einbezogen

R: automatische Steuerung und Programmierung möglich; ein Digitalrechner ist an die Meßkette angeschlossen zur Meßwertspeicherung bzw. zur Meßwertverarbeitung im on-line-Betrieb

S: Meßplatz mit teil- bzw. vollautomatischer Steuerung und Programmierung speziell zur Durchführung von Substitutionsvergleichen

Gerätesortiment für Luft- und Körperschallmessung

Tabelle 1 Tragbare Schallpegelmesser und Filter

Gerät	Hersteller[1])	Typ	Hauptparameter elektrisch / akustisch
Impulsschallpegelmesser	MKD	00 014	meßbarer Pegel 30 . . . 140 dB(A) Frequenzbereich 31,5 Hz . . . 8 kHz Anzeige S; F; I; I Halten
Präzisions-Impulsschallpegelmesser	MKD	00 017	meßbarer Pegel 19 . . . 140 dB(A) Frequenzbereich 2 Hz . . . 100 kHz Anzeige S; F; I; I Halten; Spitzenwert Halten 12 Oktavbandpässe von 31,5 Hz . . . 63 kHz
Präzisions-Impulsschallpegelmesser	MKD	00 023	meßbarer Pegel 19 . . . 140 dB(A) Frequenzbereich 2 Hz . . . 100 kHz Anzeige S; F; I; I Halten; Spitzenwert Halten 28 Oktav- und 28 Terzbandpässe von 31,5 Hz . . . 16 kHz
Präzisions-Impulsschallpegelmesser	MKD	00 024	meßbarer Pegel 35 . . . 140 dB(A) Frequenzbereich 20 Hz . . . 20 kHz Anzeige S; F; I; I Halten
Oktavfilter	MKD	01 016	12 Oktavmittenfrequenzen 31,5 Hz . . . 63 kHz Dämpfung im Durchlaßbereich 0 dB
Terz-Oktavfilter	MKD	01 017	28 Terz- und 28 Oktavmittenfrequenzen 31,5 Hz . . . 16 kHz Dämpfung im Durchlaßbereich 0 dB

Mikrofone und Beschleunigungsaufnehmer

Einzoll-Kondensatormikrofonkapsel	MTG	MK 102	Frequenzbereich 20 Hz . . . 20 kHz Übertragungsfaktor 50 mV/Pa
Halbzoll-Kondensatormikrofonkapsel	MTG	MK 201	Frequenzbereich 20 Hz . . . 35 kHz Übertragungsfaktor 10 mV/Pa
Viertelzoll-Kondensatormikrofonkapsel	MTG	MK 301	Frequenzbereich 30 Hz . . . 100 kHz Übertragungsfaktor 2 mV/Pa
Einzoll-Mikrofonvorverstärker	MTG	MV 102	—
Halbzoll-Mikrofonvorverstärker	MTG	MV 202 MV 201	—

Gerät	Hersteller[1])	Typ	Hauptparameter elektrisch / akustisch
Piezoelektrische Beschleunigungsaufnehmer	Metra	Typenreihe KB	Masse 5 . . . 180 g Frequenzbereich 1 Hz . . . 2,5 kHz Übertragungsfaktor 10 mV . . . 3 V/g
Piezoelektrische Beschleunigungsaufnehmer	Metra	Typenreihe KD	Masse 1,8 . . . 70 g Frequenzbereich 1 Hz . . . 13 kHz Übertragungsfaktor 4 . . . 100 mV/g

Laborgeräte zur Signalerzeugung, -verarbeitung und -speicherung

Signalgenerator	MKD 2) 03005 2) 02537	03 000	Sinus, Schmalband-, Breitbandrauschen Frequenzbereich 20 Hz . . . 20 kHz . 200 kHz Frequenzsteuerung über biegsame Welle – elektrisch Regelverstärker 45 dB
Rauschgenerator[2])	MKD	03 004	Ausgangsspannung: 1 V Innenwiderstand: 50 Ohm Weißes Rauschen: 2 Hz . . . 20 kHz; 2 Hz . . . 200 kHz Rosa Rauschen: 2 Hz . . . 200 kHz
Leistungsverstärker	Metra	LV 102	Ausgangsleistung: 50 W Frequenzbereich: 6 Hz . . . 20 kHz
Mikrofonverstärker[2])	MKD	00 011	Polarisationsspannung: 200 V Verstärkung: –20 . . . +60 dB Frequenzbereich: 2 Hz . . . 200 kHz
Terz-Oktav-Analysator	MKD 2) 01018	01 003	41 Terzmittenfrequenzen 2 Hz . . .20 kHz Verstärkung im Durchlaßbereich –10 . . . +80 dB Filterdurchschaltung manuell; durch Schaltimpulse vom Pegelschreiber 02 013; über SI 1.2 vom Steuerteil 04 001
Terz-Oktav-Analysator	MKD	01 004	50 Terzmittenfrequenzen 2 Hz . . . 160 kHz Verstärkung im Durchlaßbereich –10 . . . +80 dB Filterdurchschaltung manuell; durch Schaltimpulse vom Pegelschreiber 02 013; über SI 1.2 vom Steuerteil 04 001
Schmalbandanalysator	MKD 2) 01013 02036	01 002	Frequenzbereich für Filterung 2 Hz . . . 20 kHz Filterbandbreite 8,5; 16; 29 % Filterdurchstimmung manuell; durch biegsame Welle vom Pegelschreiber 02 013

Gerät	Hersteller[1]	Typ	Hauptparameter elektrisch / akustisch
Echtzeitanalysator	MKD	01 012	30 Terzkanäle 25 Hz . . . 20 kHz 2 Breitbandkanäle LIN, wahlweise A, B, C oder D meßbarer Pegel 19 . . . 140 dB(A) Dynamikumfang 60 dB
Pegelschreiber	MKD	02 013 02062	Frequenzbereich 2 Hz . . . 200 kHz Schreibbreite: 100 mm Meßpotentiometer: 10, 25, 50, 75 dB; 10, 12,5 mV dargestellte Größe: wahlweise Gleich-Effektiv- oder Spitzenwert der Eingangsspannung Steuerung externer Geräte: – elektrische Welle 0 . . . 10 V – mechanische Welle 1,5 kp/cm – Impulssteuerung 24 V Enthält Standard Interface SI 1.2
Anzeigeteil[2]	MKD	02 022	dargestellte Größe Effektivwert der Eingangsspannung Frequenzbereich 0,5 Hz . . . 200 kHz Dynamikumfang 40 dB log. und lin. Meßwertanzeige und Analogspannungsausgang
Dauerschallpegelmesser	MKD	00 005 02080	Dynamikumfang 40 dB Frequenzbereich 2 Hz . . . 20 kHz Meßzeiten beliebig, feste Meßzeiten programmierbar: 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 8 h Bewertungsfaktoren q = 3; 4 Zeitbewertung: Slow, Fast, Impuls
Analog-Digital-Umsetzteil[2]	MKD	52 003	Einbereichsumsetzer für Nennwert 1 V Meßbereich 0,001 . . . 1,2 V Digitale Pegel- oder Spannungsanzeige maximale Umsetzgeschwindigkeit 20/sek

Hilfsgeräte

Pistonfon	MKD	00 003 05001 05000	Schalldruckpegel 118 dB / Frequenz 180 Hz (Sinus) Fehlergrenze ± 0,3 dB 94 dB / 1000 Hz 124 dB / 250 Hz
Elektrodynamischer Eichtisch	MKD	11 032	Nennbeschleunigung 1 g Frequenz 79,6 Hz
Beschleunigungsadapter	MTG	B 63	zum Anschluß piezoelektrischer Beschleunigungsaufnehmer der Typenreihen KB oder KD an Mikrofonvorverstärker MV
Körperschalladapter	MKD	00 009	

Gerät	Hersteller[1]	Typ	Hauptparameter elektrisch / akustisch
Drehtisch	MKD	02 012	Parallelbetrieb, Folgebetrieb, Substitutionsmessung; 0,75 und 3 U/min; programmierbare Winkelstellung n x 15° . . . n x 90°
Zweikanalschalter[2]	MKD	04 002	2 Eingänge, 1 Ausgang Umschaltung manuell oder elektrisch gesteuert durch SI 1.2
Steuerteil[2]	MKD	04 001	Umsetzung der elektrischen Steuerung nach SI 1.2 in Schaltimpulse für Analysatoren 01 003 / 01 004; programmierbare Frequenzbereichseinengung
Netzteil[2]	MKD	04 003	Nur zur Stromversorgung der Bausteineinschübe im Systemgehäuse 04 012 oder 04 013
Netzteil[2]	MKD	04 014	Nur zur Stromversorgung ausgewählter Bausteineinschübe im Systemgehäuse 04 012 oder 04 013
Systemgehäuse	MKD	04 012	Nennbreite 240 mm Zur Aufnahme eines Netzteileinschubs 04 003 oder 04 014 und beliebiger weiterer Bausteineinschübe
Systemgehäuse	MKD	04 013	Nennbreite 480 mm, mit Netzteileinschub 04 003 zur Aufnahme beliebiger Bausteineinschübe

[1] Herstellerverzeichnis

MKD VEB RFT Meßelektronik „Otto Schön" Dresden
801 Dresden, Lingnerallee 3

MTG VEB Mikrofontechnik
6552 Gefell, Mühlberg 2

METRA VEB Metra Meß- und Frequenztechnik
8122 Radebeul, Wilhelm-Pieck-Str. 58

FWE VEB Funkwerk Erfurt
501 Erfurt, Rudolfstr. 47

Robotron VEB Kombinat Robotron, Zentralvertrieb
801 Dresden, Leningrader Str. 9

[2] Bausteineinschub, nur im Systemgehäuse 04 012 oder 04 013 zu betreiben

Pheriphere Geräte

Gerät	Hersteller[1])	Typ	Hauptparameter
Meßwertumsetzer	FWE	S–3292.040	Eingabe von BCD-Zahlenwerten: Ausgabe an Drucker S–3292.310 Zahlenstellen am Eingang 28 Druckstellen am Ausgang 18
Streifendrucker	FWE	S–3292.310	Paralleldruck; max. 18 Stellen/Zeile Druckgeschwindigkeit max. 5/sek
Serialisierungssystem	FWE	S–3297.000	Gerätesystem zur Parallel-Serien-Umwandlung von Digitalinformationen und Einspeicherung auf Lochband. Max. Stanzgeschwindigkeit 50 Zeichen/sek.; 5 . . . 8-Kanal-Code. Je nach Einsatzfall unterschiedliche Systemvarianten zusammenstellbar.
Kleinrechnersystem	Robotron	KRS 4200	mit Anschlußsteuereinheit AS 5; Speicherkapazität 8 K-Worte dialogfähige Pogrammiersprache DIWA 4200–M Wortbreite 28 bit

Handbediente Meßplätze

Die handbedienten Meßplätze (H-Meßplätze) bestehen nur aus einem oder wenigen Geräten. Die gewünschten Betriebsarten und Funktionen müssen von der Bedienungsperson manuell ein- oder umgeschaltet werden. Soweit automatische Betriebsarten vorgesehen sind (das ist zum Beispiel beim Dauerschallpegelmesser und beim Echtzeitanalysator der Fall), erfolgte die Steuerung des Ablaufs geräteintern; zwischen den Geräten bestehen keinerlei Steuerverbindungen.

In Tabelle 2 sind die Meßaufgaben zusammengestellt, die sich mit den handbedienten Meßplätzen lösen lassen. In zahlreichen Situationen, so bei ortsveränderlichen Messungen mit tragbaren Geräten, wenn Fragen des Gewichtes und des netzunabhängigen Betriebes eine große Rolle spielen, sind handbediente Meßplätze durchaus die zweckmäßigste Instrumentierung. Sie lassen sich jedoch durch Ergänzung auch noch nachträglich zu automatischen Meßplätzen erweitern, falls das im konkreten Fall zweckmäßig sein sollte.

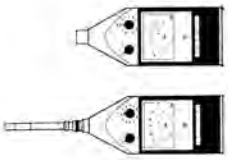
Tabelle 2: Zuordnung der handbedienten Meßplätze zu oft gestellten akustischen Meßaufgaben

Meßaufgabe	Meßplatz, mit dem die Meßaufgabe gelöst werden kann							
	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 9	Hi 1
Schallpegelmessung normaler Genauigkeit	●	○	○	○	○	○	○	○
Präzisionsschallpegelmessung		●			○	○	●	○
Frequenzanalyse (Terz- oder Oktavanalyse)			●		○	○		
Messung des äquivalenten Dauerschallpegels				●	○	●		
Aufzeichnung des Pegel-Zeit-Verlaufs					●			
Echtzeit-Terzanalyse								●
Messung der Schalleistung im Freifeld oder mit einer Vergleichsschallquelle		○			○	○		○

● Der Meßplatz ist speziell zur Lösung der betreffenden Meßaufgabe vorgesehen

○ Die Meßaufgabe kann mit dem Meßplatz ebenfalls gelöst werden, obwohl er nicht speziell dafür ausgelegt ist

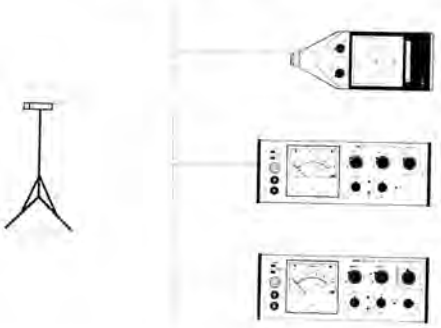
Schallpegelmessung normaler Genauigkeit: Meßplatz H 1



Der Meßplatz besteht aus dem Impulsschallpegelmesser 00 014, der alle erforderlichen Funktionseinheiten in sich einschließt. Das Mikrofon ist fest am Gehäuse des Gerätes angebracht. Während des Meßvorgangs wird der Schallpegelmesser von der Bedienungsperson in der Hand gehalten. Die Anzeige des Meßwertes erfolgt durch ein Zeigerinstrument.

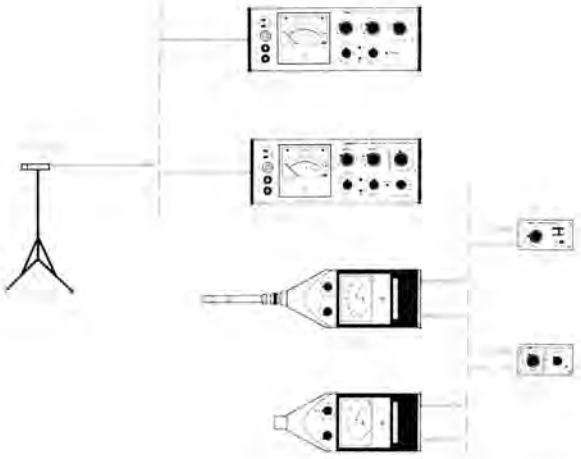
Der Präzisions-Impulsschallpegelmesser 00 024 bietet wahlweise die Möglichkeit der Anbringung des Meßmikrofons am Gehäuse des Gerätes oder der getrennten Aufstellung des Mikrofons unter Einschaltung eines Kabels. Da die Erfüllung der Forderungen an die Genauigkeitsklasse „Präzision" mit dem am Gehäuse angebrachten Mikrofon bei der Messung sehr schmalbandiger Geräusche nicht in jedem Fall gewährleistet wird, kann das Gerät in dieser Betriebsart und erwähnter Meßsituation als Impulsschallpegelmesser normaler Genauigkeit angesehen und anstelle des Gerätes 00 014 eingesetzt werden.

Präzisionsschallpegelmessung: Meßplatz H 2



Der Meßplatz besteht wahlweise aus einem der Präzisions-Impulsschallpegelmesser 00 017, 00 023 oder 00 024. Die Geräte 00 017 und 00 023 können von der Bedienungsperson in einer Umhängetasche mitgeführt werden; das Meßmikrofon ist aus akustischen Gründen in ausreichender Entfernung vom Schallpegelmesser und der Bedienungsperson aufzustellen. Das Gerät 00 024 erlaubt wahlweise den Anschluß des Mikrofons über ein Kabel oder die Anbringung am Gehäuse, wobei Präzisionsmessungen aus akustischen Gründen ebenfalls bei getrennter Aufstellung des Meßmikrofons erfolgen sollten.

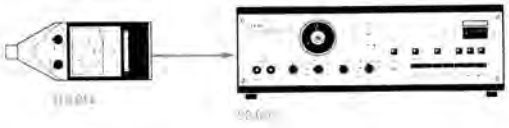
Frequenzanalyse von Schallvorgängen, Schalleistungsmessungen im freien Schallfeld und mit einer Vergleichsschallquelle: Meßplatz H 3



Bei den Präzisions-Impulsschallpegelmessern 00 017 und 00 023 ist der für die Frequenzanalyse erforderliche umschaltbare Bandpaß (Typ 00 017: Oktavfilter; Typ 00 023: Terz-Oktav-Filter) bereits im Gerät vorhanden, so daß keine Zusatzeinrichtungen benötigt werden. Die Geräte 00 014 und 00 024, die nicht über eingebaute Bandfilter verfügen, lassen sich durch den Anschluß des Oktavfilters 01 016 oder des Terz-Oktav-Filters 01 017 zu einem akustischen Analysator erweitern. In allen Fällen muß die Bedienungsperson die Filtermittenfrequenz umschalten und die gemessenen Terz- oder Oktavpegel vom Zeigerinstrument ablesen.

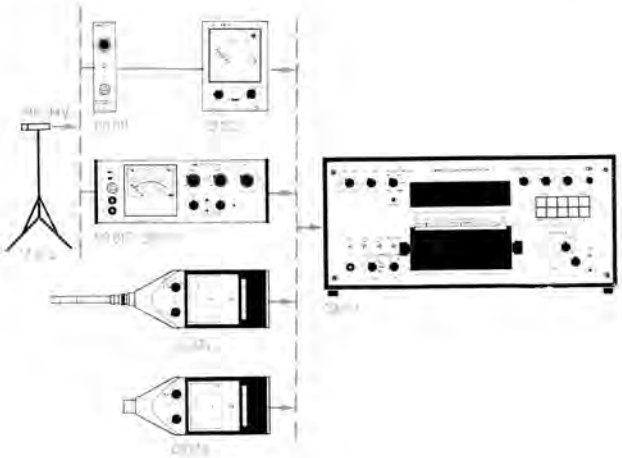
Bei der Ermittlung des Schalleistungspegels von akustischen Quellen im freien Schallfeld oder mit Hilfe einer Vergleichsschallquelle bekannter Schallleistung kann der akustische Teil der Messungen auf die Bestimmung von Terz- oder Oktavschalldruckpegeln an ausgewählten Meßorten zurückgeführt werden. Hierfür ist der vorliegende Meßplatz ebenfalls geeignet.

Dauerschallpegelmessung normaler Genauigkeit: Meßplatz H 4



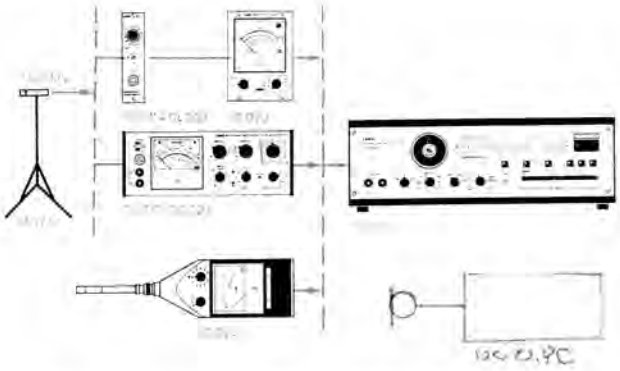
Der Impulsschallpegelmesser 00 014 dient in diesem Meßplatz als Vorverstärker mit Meßmikrofon für den Dauerschallpegelmesser 00 005 sowie zur optischen Kontrolle der Pegelmomentanwerte. Die zur Ermittlung des äquivalenten Dauerschallpegels erforderlichen Bewertungsvorgänge, insbesondere die Langzeitintegration über lange Zeiträume, werden vom Dauerschallpegelmesser vollautomatisch ausgeführt. Das am Ende der Meßzeit angezeigte Zählergebnis läßt sich mit Hilfe des aufgedruckten Nomogramms augenblicklich in den gesuchten äquivalenten Dauerschallpegel umrechnen.

Aufzeichnung des Schalldruckpegels als Funktion der Zeit: Meßplatz H 5



Das vom Meßmikrofon aufgenommene und in eine Wechselspannung umgewandelte Schallsignal wird vom Mikrofonverstärker 00 011 oder einem der Schallpegelmesser 00 014, 00 017, 00 023 oder 00 024 verstärkt, im Anzeigeteil 02 022 oder dem Schallpegelmesser frequenzbewertet und dem Pegelschreiber 02 013 zugeführt. Der Pegelschreiber liefert auf Grund des zeitproportionalen Papiervorschubs eine maßstabsgetreue und dokumentationsfähige Aufzeichnung des Pegels als Funktion der Zeit, aus der sich bei Bedarf weitere Kenngrößen wie die statistische Pegelverteilung oder der äquivalente Dauerschallpegel bestimmen lassen.

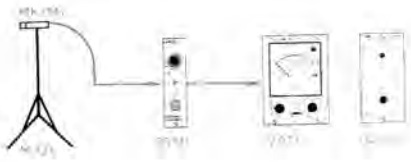
Präzisions-Dauerschallpegelmessung, Ermittlung des äquivalenten Dauerschalleistungspegels im freien Schallfeld: Meßplatz H 6



Im Gegensatz zum ähnlich aufgebauten Meßplatz H 4 erfolgt die Aufnahme des Schalls mit nachfolgender Verstärkung und Frequenzbewertung durch ein Präzisionsgerät, wobei wahlweise die Präzisions-Impulsschallpegelmesser 00 017, 00 023 oder 00 024 oder die Laborgerätekombination Mikrofonverstärker 00 011 und Anzeigeteil 02 022 zum Einsatz kommen können.

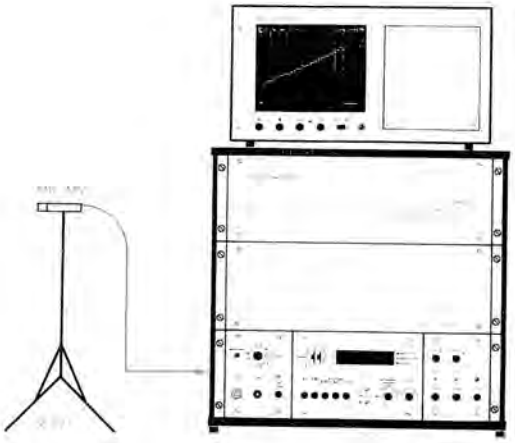
Der Meßplatz eignet sich darüber hinaus zur Ermittlung des äquivalenten Dauerschalleistungspegels diskontinuierlich strahlender Schallquellen im freien Schallfeld, da sich unter diesen Bedingungen die Messung der frequenzbewerteten Schalleistung auf eine frequenzbewertete Schalldruckpegelmessung an ausgewählten Meßorten zurückführen läßt.

Präzisionsschallpegelmessung unter Laborbedingungen: Meßplatz H 9

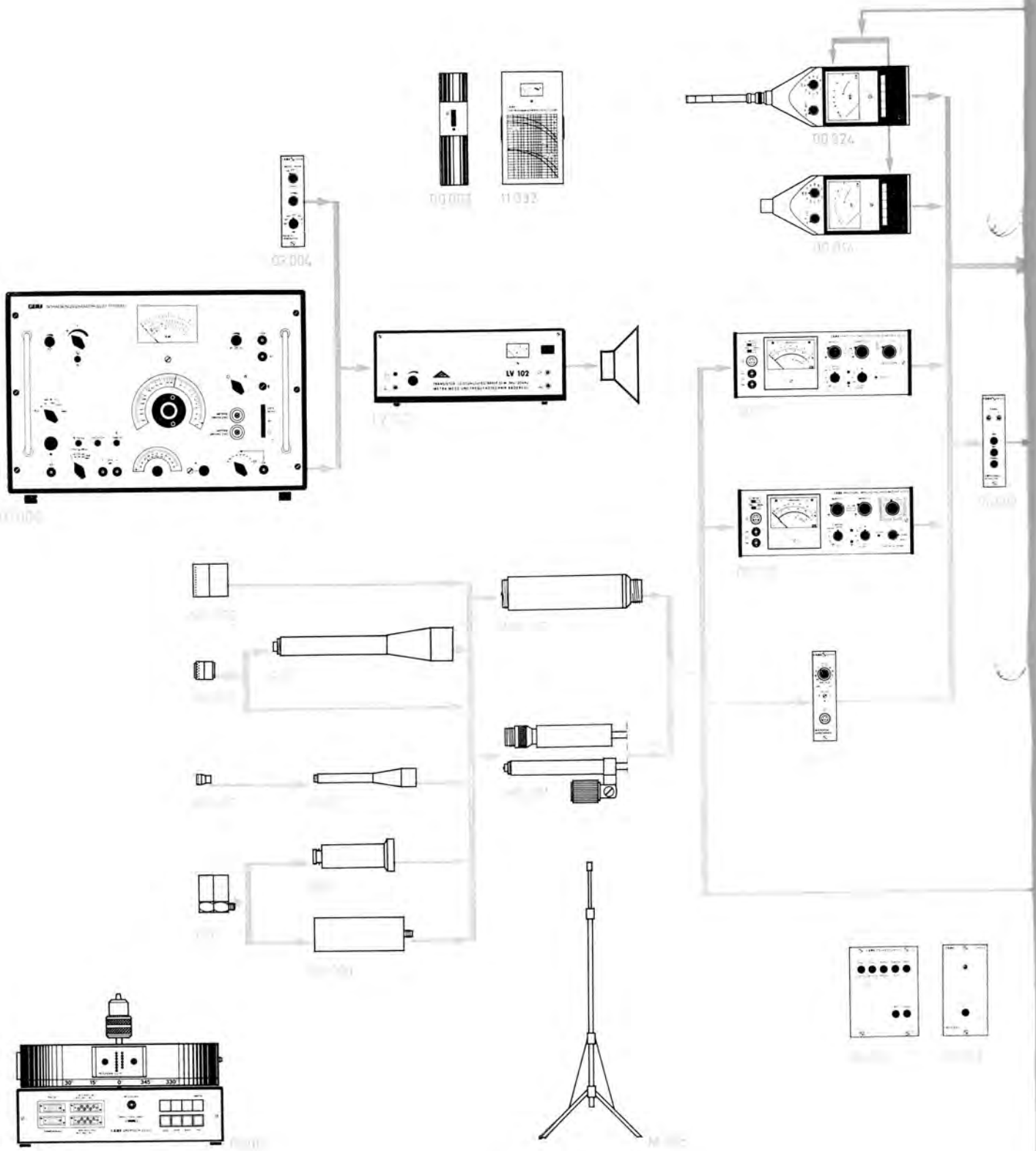


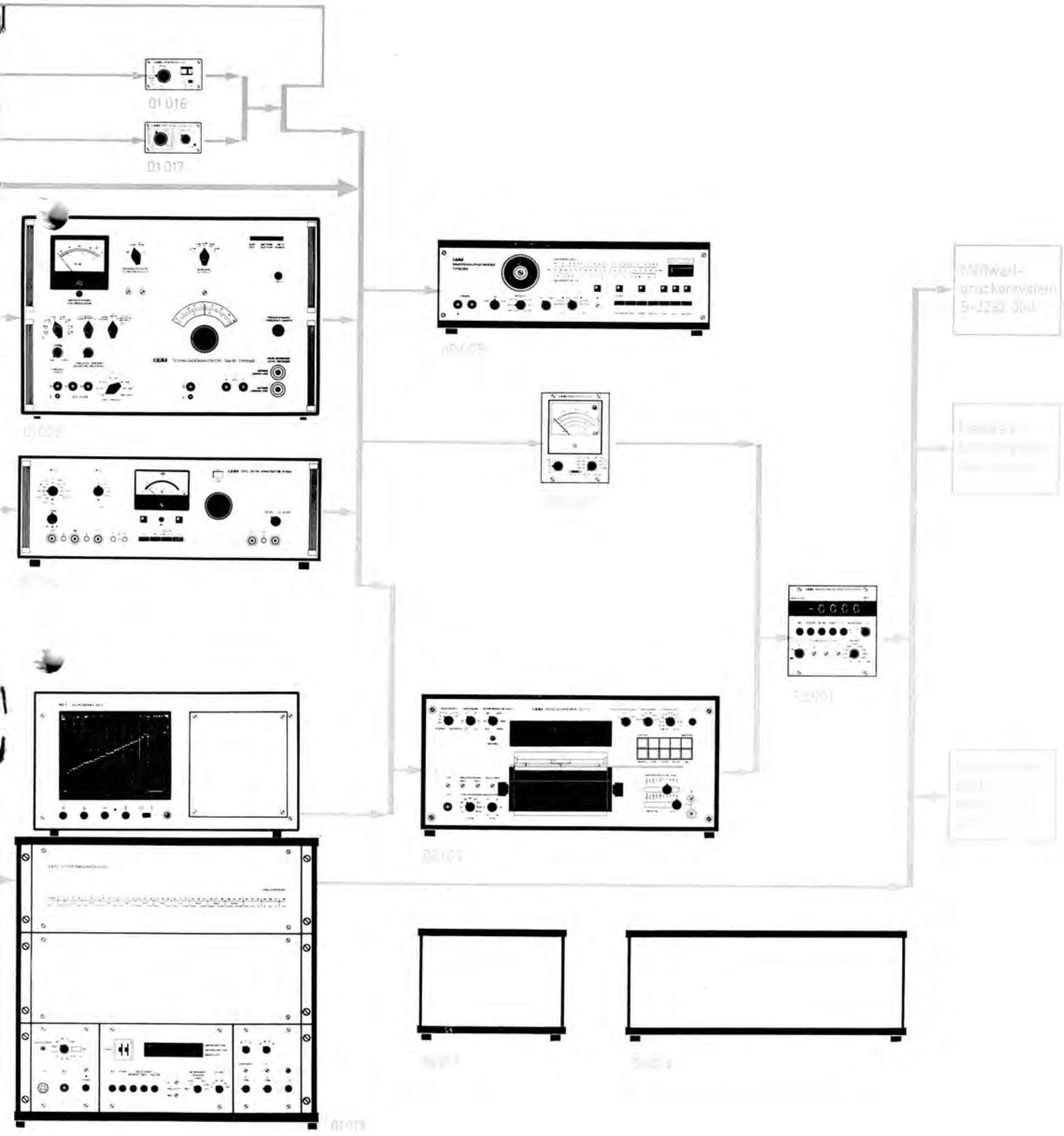
Im Gegensatz zum Meßplatz H 2 wird hier ein Schallpegelmeßgerät in Laborausführung eingesetzt, das als wesentlichste Bestandteile neben dem Meßmikrofon den Mikrofonverstärker 00 011 und das Anzeigeteil 02 022 enthält. Der Meßwert wird vom Zeigerinstrument des Anzeigeteils angezeigt und steht außerdem als Wechsel- und als Gleichspannungssignal für die Aufzeichnung oder die weitere Meßwertverarbeitung zur Verfügung. Der Meßplatz stellt eine handbediente Grundausrüstung dar, aus der sich durch Erweiterung praktisch alle automatisch gesteuerten Meßplätze aufbauen lassen.

Echtzeit-Terzanalyse zur Ermittlung des Momentan- oder des Maximalspektrums: Meßplatz H 11



Sämtliche zur Meßwertverarbeitung erforderlichen Baugruppen mit Ausnahme des Meßmikrofons sind im Echtzeitanalysator enthalten. Der in ein elektrisches Signal umgewandelte Schallvorgang wird nach erfolgter Verstärkung durch einen Satz paralleler Filter und Gleichrichter in seine spektralen Anteile zerlegt und auf dem Bildschirm der Sichteinheit als Spektrum über der logarithmisch gestuften Frequenzachse abgebildet. Gleichzeitig gibt eine digitale Pegelanzeige den Schalldruckpegel eines wählbaren Frequenzbandes in Ziffernform an. Zusätzlich werden die Meßwerte und die zugehörigen Frequenzinformationen in analoger und in digitaler Form für die Auswertung durch weitere externe Geräte zur Verfügung gestellt. Ein internes Steuerteil steuert den Ablauf aller Meßwerterfassungs- und -verarbeitungsvorgänge im Gerät.


LV 102



Pegelschreibermeßplätze

Die Pegelschreibermeßplätze (P-Meßplätze) sind zur Lösung oft gestellter Aufgaben auf dem Gebiete der akustischen Meßtechnik vorgesehen, wobei das Meßergebnis immer in Form einer analogen Pegelaufzeichnung als Funktion der Zeit, der Frequenz oder anderer Parameter ausgegeben wird.
Die Tabelle 3 gibt eine Zusammenstellung der häufigsten Meßaufgaben der Akustik und zeigt, für welche Aufgaben die verschiedenen Meßplätze geeignet sind. Für Routine-Messungen und zeitaufwendige Untersuchungen stehen automatisch gesteuerte Meßplätze zur Verfügung, die diese Aufgaben nach einem selbsttätig ablaufenden Programm lösen. Diese Fälle sind in der Tabelle 3 besonders gekennzeichnet. Die nachfolgenden Darstellungen beziehen sich vorrangig auf diese Fälle. Dabei ist es in jedem Falle möglich, die Meßplätze um einen AD-Umsetzer und geeignete digitale Peripheriegeräte zu erweitern und somit die Meßwerte der digitalen Weiterverarbeitung zuzuführen. Zu diesem Zwecke ist der Pegelschreiber 02 013 mit einem eingebauten Analogabgriff ausgerüstet, der an das Analog-Digital-Umsetzteil 52 003 die benötigte pegelproportionale Meßgleichspannung liefert.

Tabelle 3 Zuordnung der Pegelschreiber-Meßplätze zu oft gestellten akustischen Meßaufgaben

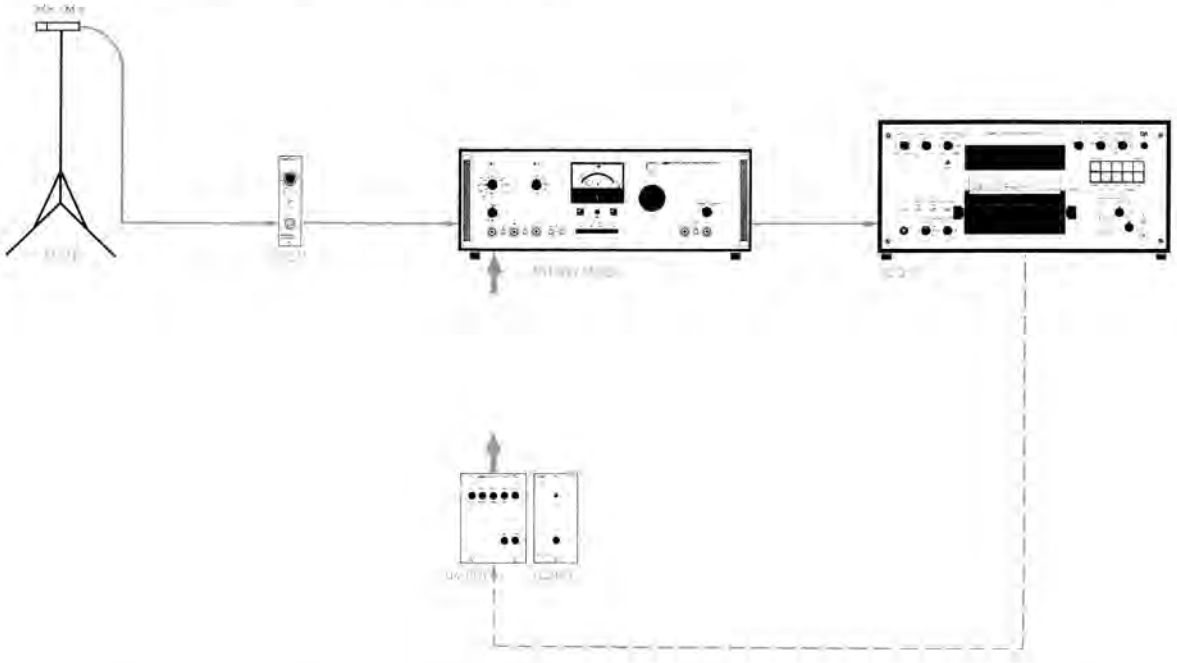
Meßaufgabe	Meßplatz, mit dem die Meßaufgabe gelöst werden kann									
	P 1	P 4	P 5	P 8	P 9	P 1a	P 6	P 8a	P 4a	P 5a
Aufzeichnung des Pegel-Zeitverlaufs	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Schallpegelmessung normaler Genauigkeit	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Präzisionsschallpegelmessung	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Messung der Schalleistung im Freifeld und mit Vergleichsschallquelle	○	○	○	○	○	○	○			
Messung der Schalleistung im Hallfeld	○	○	○	○						
Frequenzanalyse (Terz- oder Oktavanalyse)	●	○	○	○	○					
Messung der Nachhallzeit	○	○	○	○	●					
Ermittlung der äquivalenten Schallabsorptionsfläche und des Schallabsorptionsgrades	○	○	○	○	●					
Echtzeit-Terzanalyse							●			
Schmalband-Frequenzanalyse						●				
Bauakustische Schalldämmungsmessung				●						
Messung des Übertragungsmaßes von Wandlern und akustischen Vierpolen mit Terzrauschen				●						
Messung des Übertragungsmaßes von Wandlern und akustischen Vierpolen mit Sinustönen oder Schmalbandrauschen								●		
Messung der Richteigenschaften von Schallquellen			●							
Messung der Richteigenschaften von Schallwandlern										○
Terzanalyse bei unterschiedlichen Abstrahlwinkel		●								
Messung von Wandler-Übertragungsmaßen bei unterschiedlichen Einfalls- bzw. Abstrahlwinkeln									●	

● Der Meßplatz ist speziell zur Lösung der betreffenden Meßaufgabe vorgesehen

○ Die Meßaufgabe kann mit dem Meßplatz ebenfalls gelöst werden, obwohl er nicht speziell dafür ausgelegt ist

Die Arbeitsweise der automatisch gesteuerten Pegelschreiber-Meßplätze ist durch zwei Prinzipien gekennzeichnet, die abhängig von der zu lösenden Aufgabe zur Anwendung gelangen: Bei kontinuierlicher Durchstimmung der Sende- bzw. Filterfrequenz erfolgt die Frequenzänderung synchron mit dem Papiervorschub des Pegelschreibers durch mechanische Kopplung mit dem Generator bzw. Filter mittels einer biegsamen Welle. Bei Untersuchungen mit diskreten Frequenzen erfolgt die Durchstimmung in Programmschritten, die durch den Austausch von Befehls- und Meldesignalen nach Standard-Interface SI 1.2 (entspricht Interface IMS-1, Kategorie 2 des RS 3826-76 des RGW) zwischen den Funktionseinheiten realisiert werden. Beide Steuerungsprinzipien können auch in einem Meßplatz miteinander kombiniert werden, wenn es der Lösungsweg der Meßaufgabe verlangt, so z. B. zur schrittweisen Änderung eines Parameters. Welches der genannten Prinzipien beim jeweiligen Meßplatz zur Anwendung gelangt, geht aus der Kurzbeschreibung der Arbeitsweise hervor. Die Programmierung der Meßplätze geschieht durch eine Verknüpfung der Funktionseinheiten des Meßplatzes durch Systemkabel für Befehls- und Meldesignale, durch die die Einzeloperation und ihre zeitliche Reihenfolge festgelegt werden.

Frequenzanalyse (Terz- oder Oktavanalyse):
Messung der Nachhallzeit:
Messung der Schalleistung im Freifeld und mit Vergleichsschallquelle: **Meßplatz P 1**

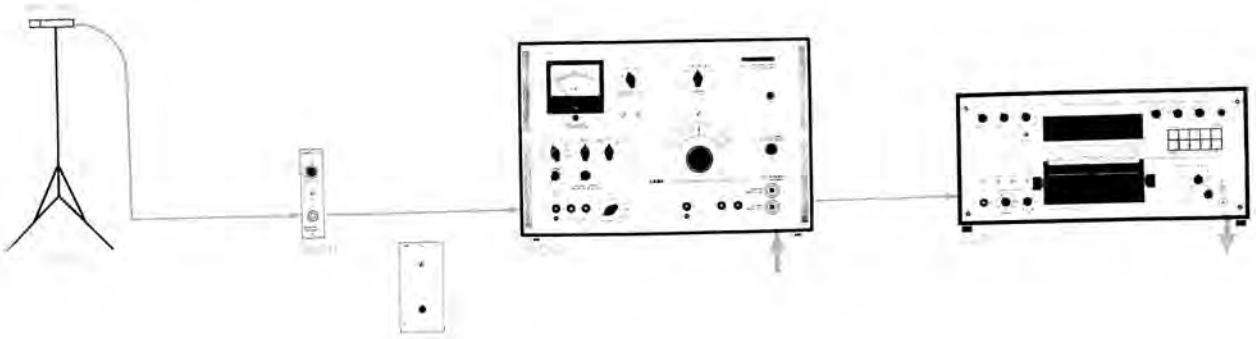


Der Terz-Oktav-Analysator 01 003 oder 01 004 filtert aus dem Meßsignal jeweils ein Frequenzband von der Breite einer Terz heraus; der Pegelschreiber 02 013 zeichnet den Meßwert in linearem oder logarithmischem Maßstab auf. Dabei liefert der Pegelschreiber nach dem Start des Papiervorschubs in vorschubsynchronen Intervallen Steuersignale an das Steuerteil 04 001, das den Terz-Oktav-Analysator jeweils um eine Terzstufe weiterschaltet. Damit wird eine feste Zuordnung von Papiervorschub und Filtermittenfrequenz hergestellt. Das Spektrum des Vorgangs wird somit selbsttätig auf vorgedrucktem frequenzkalibriertem Diagrammpapier über der logarithmisch unterteilten Frequenzachse aufgezeichnet. Nach 25 cm Registrierlänge – dem entspricht ein einmaliger Durchlauf aller Terzbänder des Terz-Oktav-Analysators – beendet die Meßkette automatisch das Programm.

Bei der Nachhallzeitmessung mit Fremdanregung des Meßraumes wird der Pegelschreiber in der Betriebsart PROGRAMM AUS betrieben, in der er keine Steuersignale abgibt. Er zeichnet den Zeitverlauf der Nachhallvorgänge im manuell eingestellten Terz- oder Oktavband als Funktion der Zeit auf.

Schmalbandfrequenzanalyse:

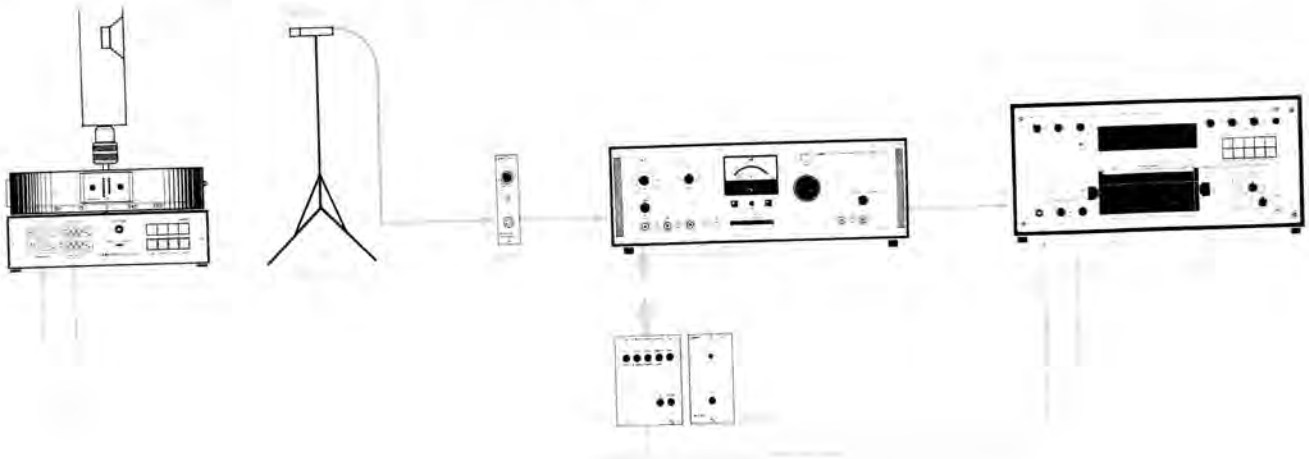
Meßplatz P 1a



Der Schmalbandanalysator 01 002 filtert aus dem Meßsignal jeweils ein schmales Frequenzband heraus. Der Meßwert wird vom Pegelschreiber 02 013 in linearem oder logarithmischem Maßstab aufgezeichnet. Synchron zum Papiervorschub stimmt der Pegelschreiber über eine anschließbare biegsame Welle die Mittenfrequenz des Schmalbandanalysators kontinuierlich durch. Dadurch ist es auch bei diesem Meßplatz möglich, das Spektrum des Vorgangs unmittelbar auf vorgedrucktem frequenzkalibriertem Diagrammpapier aufzuzeichnen. Durch das Umschalten der Frequenzbereiche des Schmalbandanalysators 01 002 entstehen im Abstand einer halben Frequenzdekade auf dem Registrierpapier Austastlücken, die bei der Auswertung als Frequenzmarken genutzt werden können.

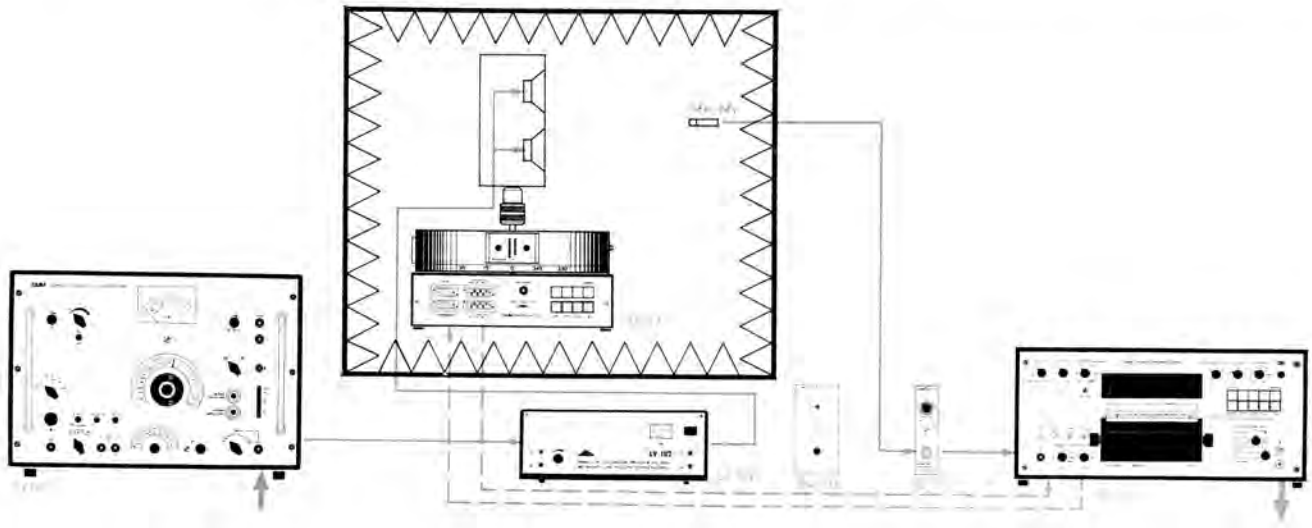
Terzanalyse bei unterschiedlichen Abstrahlwinkeln:

Meßplatz P 4



Der Meßplatz P 4 ist gegenüber dem Meßplatz P 1 um den Drehtisch 02 012 erweitert, der dazu dient, die Schallquelle in unterschiedliche Winkelstellungen zu einer vorgegebenen Bezugsrichtung zu drehen. Während der Aufnahme des Frequenzspektrums laufen die bereits für den Meßplatz P 1 beschriebenen Vorgänge ab. Nach dem Durchlauf aller Terzbänder stoppt der Pegelschreiber, und der Drehtisch stellt sich auf die nächste vorprogrammierte Winkelposition ein. Daraufhin startet der Drehtisch den Pegelschreiber erneut zur Registrierung des Frequenzspektrums. Diese Programmschritte wiederholen sich, bis alle Winkelstellungen abgefragt sind. Als Ergebnis entsteht eine Folge von aufgezeichneten Frequenzspektren, wobei die Winkelstellung als Parameter auftritt.

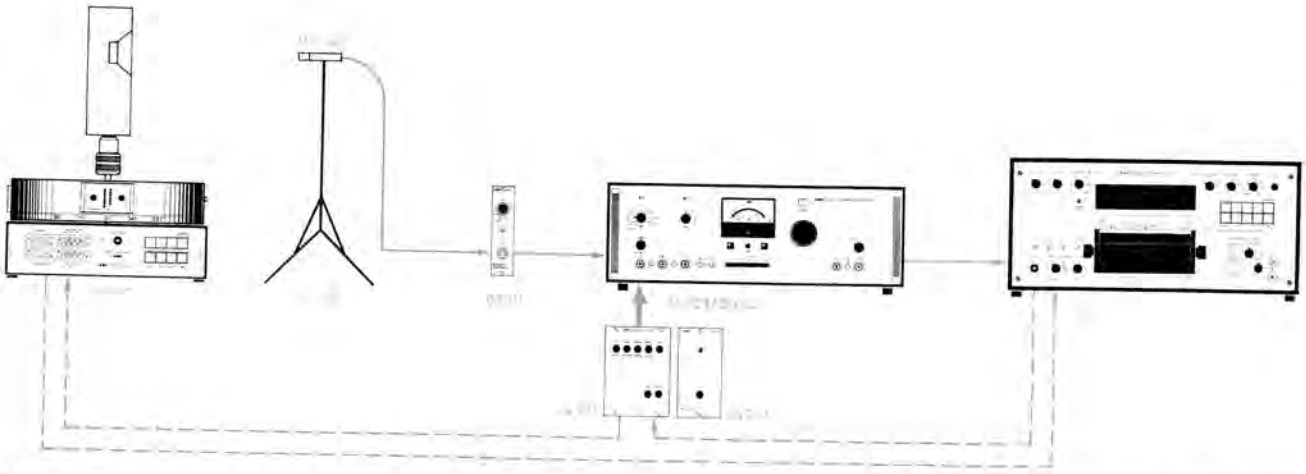
Messung von Wandler-Übertragungsmaßen bei unterschiedlichen Einfalls- bzw. Abstrahlwinkeln: Meßplatz P 4a



Der Schwebungsgenerator 03 000 erzeugt über den Leistungsverstärker LV 102 am Meßort ein Schallfeld.

Er wird durch den Pegelschreiber 02 013 über eine biegsame Welle durchgestimmt, so daß frequenzkalibrierte Aufzeichnungen auf vorgedrucktem Diagrammpapier entstehen. Der Prüfling, zum Beispiel ein Lautsprecher, wird auf dem Drehtisch 02 012 angeordnet und nach jedem Frequenzdurchlauf automatisch in die nächste vorprogrammierte Winkelstellung gebracht. Das Programm ist beendet, wenn alle vorgewählten Winkelstellungen abgefragt sind.

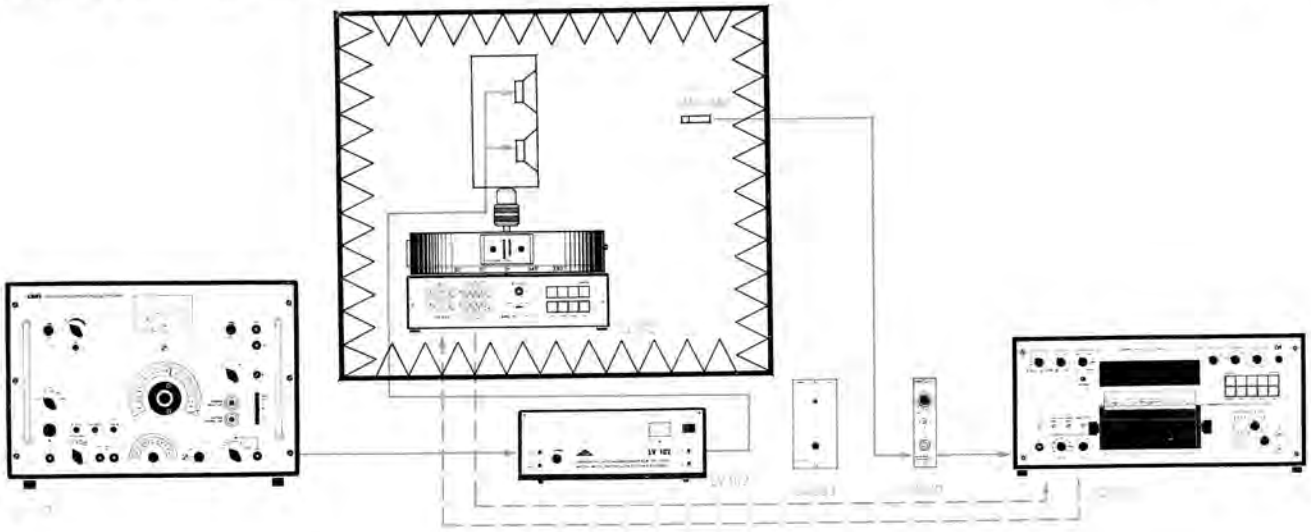
Messung der Richteigenschaften von Schallquellen: **Meßplatz P 5**



Der Pegelschreiber 02 013 zeichnet das bei der jeweils eingestellten Terzmittenfrequenz auftretende Meßsignal auf, während der Drehtisch 02 012 das Meßobjekt langsam um seine Achse dreht. Der Synchronismus zwischen Papiervorschub und Drehbewegung wird durch die Netzfrequenz aufrechterhalten. Der gleichzeitige Start und Stop werden durch den Austausch von Steuersignalen zwischen Pegelschreiber und Drehtisch gewährleistet. Bei Verwendung von Polarkoordinaten-Diagrammpapieren ist es möglich, das Richtdiagramm einer Schallquelle für das jeweils eingestellte Frequenzband unmittelbar als Polardiagramm winkelgetreu aufzuzeichnen. Das Weiterschalten auf die nächste Terzmittenfrequenz wird durch den Stop des Drehtisches nach einer vollen Umdrehung ausgelöst.

Messung der Richteigenschaften von Schallwandlern:

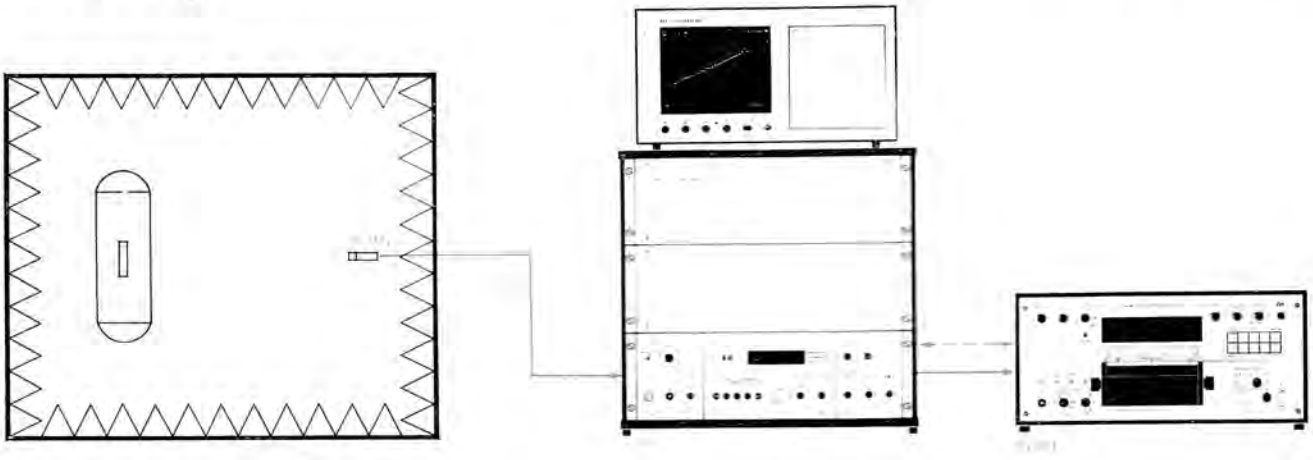
Meßplatz P 5a



Der Pegelschreiber 02 013 zeichnet das bei der vorgegebenen Frequenz auftretende Meßsignal auf, während der Drehtisch 02 012 den Prüfling – entweder das Mikrofon oder den Lautsprecher – langsam um seine Achse dreht. Wie beim Meßplatz P 5 ist der Synchronismus von Papiervorschub und Drehbewegung durch die Netzfrequenz und die gleichzeitige Start-Stop-Auslösung gewährleistet, so daß es möglich ist, das Richtdiagramm für die jeweilige Frequenz auf Polarkoordinatenpapier winkelgetreu aufzuzeichnen. Das Einstellen der Generatorfrequenz wird dabei von Hand vorgenommen.

Echtzeit-Terzanalyse:

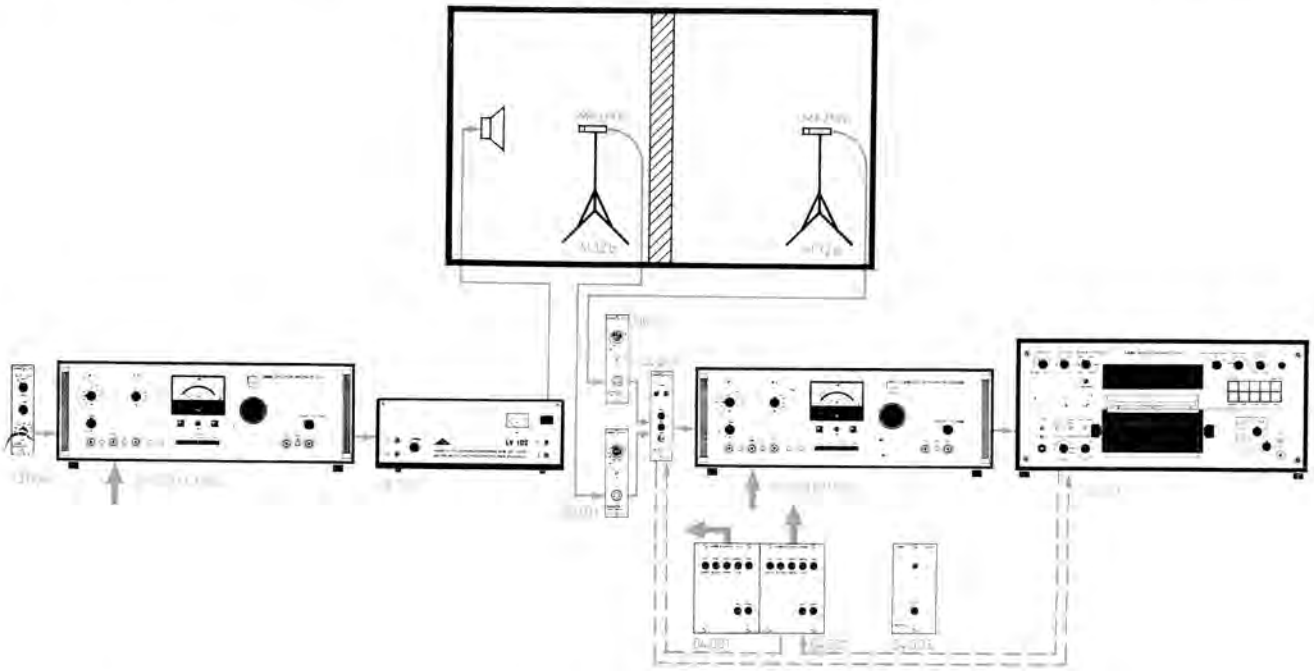
Meßplatz P 6



Der zu untersuchende Vorgang wird nach der Umwandlung in ein elektrisches Signal durch eine Anordnung paralleler Filter in seine spektralen Komponenten zerlegt, die auf dem Bildschirm des Echtzeitanalysators 01 012 als analoge Spektraldarstellung über der logarithmischen Frequenzachse abgebildet werden. Der Echtzeitanalysator enthält bis auf das Meßmikrofon sämtliche hierzu erforderlichen Funktionseinheiten. Der Pegelschreiber 02 013 übernimmt das zu einem vorgegebenen Zeitpunkt gespeicherte Momentan- oder Maximalwertspektrum durch vorschubsynchrones Durchschalten der Frequenzbänder des Echtzeitanalysators. Auf diese Weise gestattet der Meßplatz die dokumentationsfähige Speicherung des Echtzeitspektrums auf Registrierpapier.

Messung des Übertragungsmaßes von Wandlern und akustischen Vierpolen mit Terzrauschen:
Bauakustische Schalldämmungsmessungen:

Meßplatz P 8



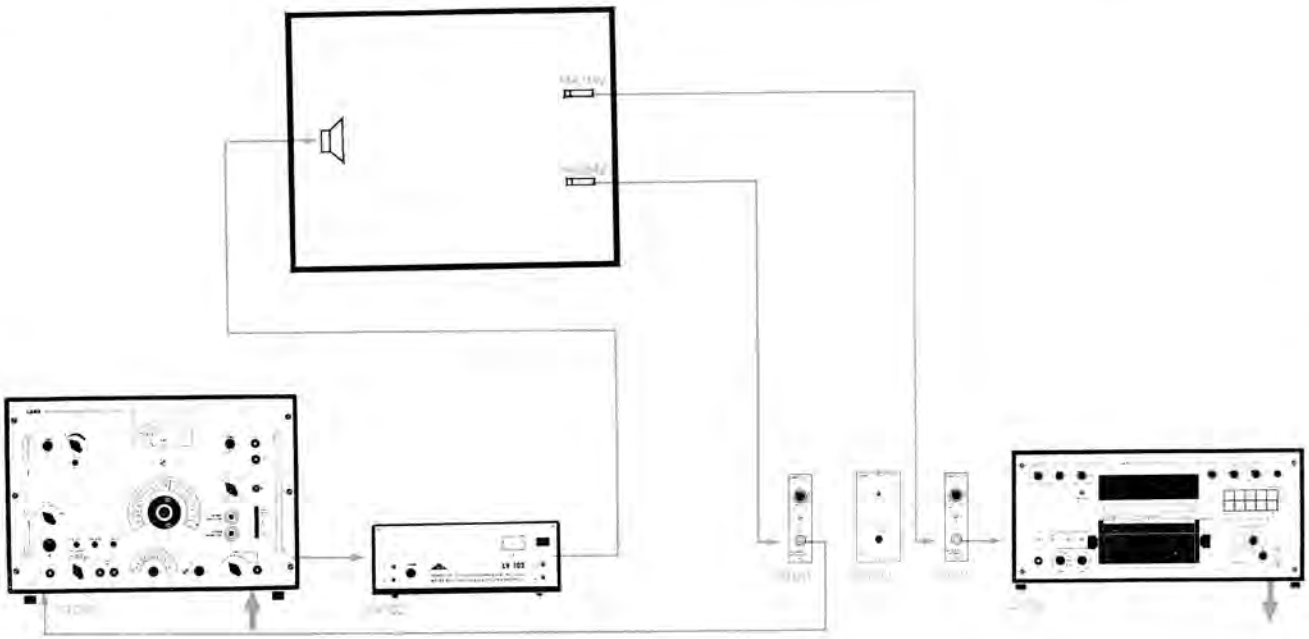
Bei der Prüfung von Lautsprechern werden ein der Spannung oder dem Strom proportionales Signal und der mit einem frequenzlinearen Meßmikrofon aufgenommene Schalldruck als Funktion der Frequenz aufgezeichnet. Ist der Prüfling ein Mikrofon, so registriert der Pegelschreiber den über ein Vergleichsmikrofon gemessenen Schalldruck am Meßort und die Ausgangsspannung des Prüflings über der Frequenz.

Bei bauakustischen Schalldämmungsmessungen stellt die zu untersuchende Konstruktion (Wand, Decke) den Prüfling dar, und es wird das Pegelspektrum im Empfangsraum aufgenommen. Aus der Pegeldifferenz beider Spektren läßt sich die gesuchte Größe bestimmen.

Als Meßsignal wird Rauschen von Terz- oder Oktavbandbreite verwendet. Dabei wirkt der Terz-Oktav-Analysator 01 003 im Sendekanal als frequenzbestimmendes Element, während der zweite Terz-Oktav-Analysator 01 003 auf der Empfangsseite zur Störabstandsverbesserung (besonders bei Schalldämmungsmessungen) vorgesehen ist. Der Pegelschreiber 02 013 schaltet die Terz-Oktav-Analysatoren über die Steuerteile 04 001 vorschubsynchron durch, so daß eine frequenzkalibrierte Aufzeichnung auf vorgedrucktem Diagrammpapier entsteht. Es werden die Eingangs- und Ausgangsgrößen des Prüflings nacheinander aufgezeichnet, wobei die Kanalumschaltung durch den Zweikanalschalter 04 002 automatisch erfolgt.

Messung des Übertragungsmaßes von Wandlern und akustischen Vierpolen mit Sinustönen oder Schmalbandrauschen:

Meßplatz P 8a



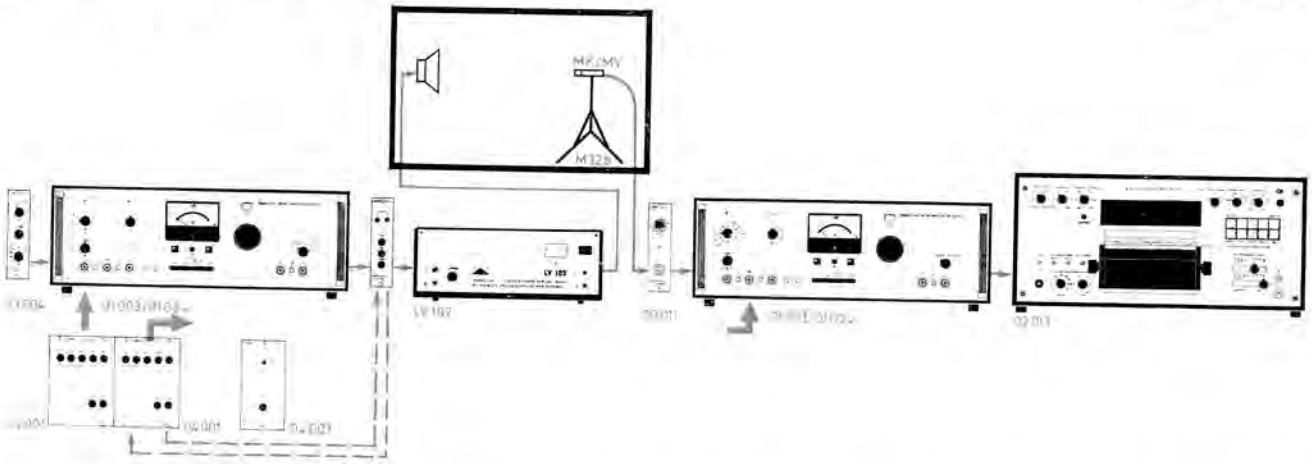
Der Lautsprecher wird über den Leistungsverstärker LV 102 mit Sinustönen oder Schmalbandrauschen angeregt, wobei die Anregungsbedingungen durch einen Regelkreis konstant gehalten werden.

Bei der Untersuchung von Lautsprechern wird dem Regelverstärker des Schwebungsgenerators 03 000 eine von der Eingangsspannung oder vom Eingangsstrom des Lautsprechers abgeleitete Spannung zugeführt, wodurch die Einspeisung des Lautsprechers auf einem konstanten Wert gehalten wird. Unter der Voraussetzung, daß das Meßmikrofon ein frequenzunabhängiges Übertragungsmaß besitzt, liefert die Aufzeichnung des Pegelschreibers 02 013 unmittelbar den Verlauf des Lautsprecher-Übertragungsmaßes.

Ist das Meßobjekt ein Mikrofon, so wird der Schalldruck am Meßort über ein zusätzliches hochwertiges Mikrofon aufgenommen. Seine durch einen zweiten Mikrofonverstärker verstärkte, schalldruckproportionale Ausgangsspannung wird zur Regelung der Amplitude des Schwebungsgenerators benutzt. Auf diese Weise werden Schwankungen des Lautsprecher-Übertragungsmaßes ausgeregelt, so daß am Meßort ein praktisch konstanter Schalldruck herrscht. Somit entspricht die Aufzeichnung direkt dem Verlauf des Übertragungsmaßes des untersuchten Mikrofons.

Messung der Nachhallzeit:

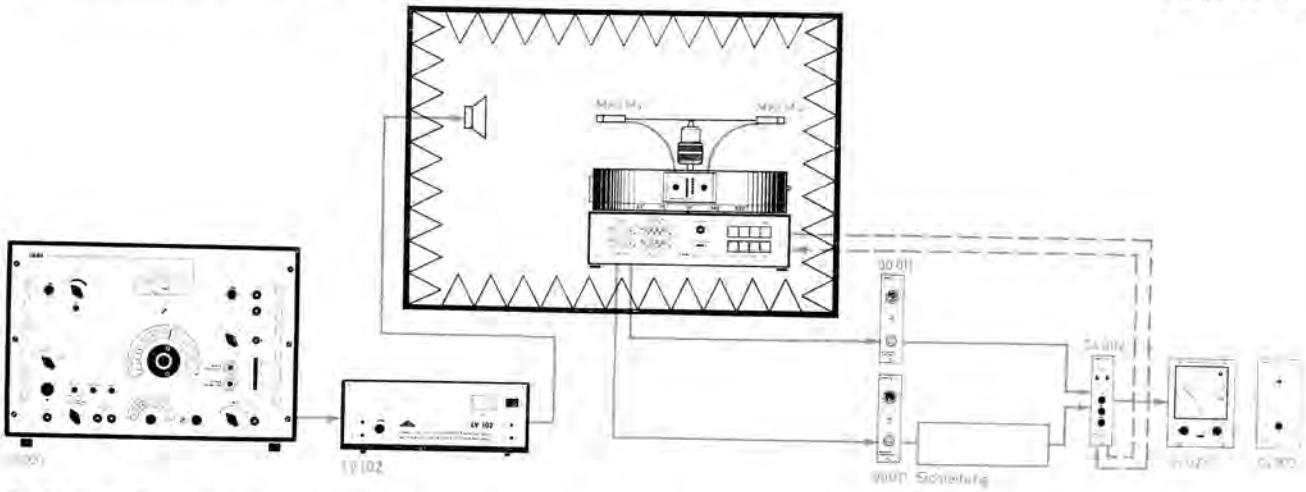
Meßplatz P 9



Der linke Teil im Blockschaltbild des Meßplatzes regt den Meßraum mit Terz- oder Oktavrauschen an, während der rechte Teil den Abklingvorgang nach Abschalten der Anregung aufzeichnet. Die Nachhallzeit wird aus der Neigung des abklingenden Pegelverlaufs bestimmt. Das Abschalten der Anregung geschieht durch manuelles Betätigen des Zweikanalschalters 04 002, der hier als Ausschalter benutzt wird. Er gibt beim Wiedereinschalten über die Steuerteile 04 001 einen Weiterschaltbefehl an die Terz-Oktav-Analysatoren 01 003, so daß eine Folge von Nachhallaufzeichnungen mit jeweils um eine Terz weitergeschalteter Mittenfrequenz entsteht.

Substitutionskalibrierung von Mikrofonen mit manuellem Abgleich:

Meßplatz S 1



Prüf- und Bezugsobjekt werden einander diametral gegenüberstehend auf dem Drehtisch 02 012 angebracht. Dabei wird die Winkelmarke 0° dem Bezugsobjekt und die Winkelmarke 180° dem Prüfling zugeordnet. Nach Betätigen der Taste BO am Zweikanalschalter 04 002 oder Drehtisch bzw. an dessen Fernbedienteil nimmt der Drehtisch automatisch die 0°-Position ein, und der Zweikanalschalter schaltet die Ausgangsspannung des Bezugsobjektes an das Anzeigeteil 02 022. Dessen Zeigerausschlag wird durch Verändern des Sendepegels auf einen bequem abzulesenden Wert eingestellt. Mit der Taste KANAL des Zweikanalschalters wird der Ausgang des Prüflings auf das Anzeigeteil geschaltet und der Drehtisch gestartet. Sein Anhalten auf der Position 180° wird durch Signallampen am Drehtisch und am Fernbedienteil angezeigt. Der vom Prüfling erzeugte Zeigerausschlag wird mit Hilfe der Eichleitung auf den des Bezugsobjekts eingeregelt. Die nun an der Eichleitung abzulesende Dämpfung entspricht der Differenz des Übertragungsmaßes zwischen Prüfling und Bezugsobjekt bei der gewählten Generatorfrequenz. Die Messung wird nach Betätigung der Taste KANAL mit der nächstfolgenden Sendefrequenz, die manuell zu wählen ist, fortgesetzt.

Meßplätze mit digitaler Peripherie

Oft ist das unmittelbare Ergebnis einer akustischen Messung nur eine Zwischenstufe bei der Ermittlung abgeleiteter Kenngrößen. Wenn bestimmte Meß- und Auswerteoperationen oft und in großer Zahl ausgeführt werden müssen, ist es zweckmäßig, einen Rechner einzusetzen, der die Routinearbeitsgänge übernimmt. Unter diesem Gesichtspunkt entstanden die in Tabelle 4 vorgestellten D- und R-Meßplätze.

Bei den Meßplätzen mit direkter Rechnerkopplung (R-Meßplätzen) ist der Rechner einschließlich erforderlicher peripherer und Koppeleinrichtungen unmittelbar Bestandteil des Meßaufbaus. Er übernimmt die Meßwerte als elektrische Digitalsignale, verarbeitet sie im on-line-Betrieb und ist in das Steuerungssystem des Meßplatzes einbezogen.

Es ist jedoch auch möglich, die Meßwerterfassung von der -verarbeitung zeitlich zu trennen und den Rechner im off-line-Betrieb zu nutzen. Für diese Betriebsart sind die Meßplätze mit Meßwertausgabe durch digitale periphere Geräte (D-Meßplätze) vorgesehen. Als Digitalperipherie stehen Lochbandstanzer (LBS) zum Ablochen der Meßwerte und Meßwertdrucker (DRU) zum numerischen Ausdrucken der Meßwerte zur Verfügung, die einzeln oder gemeinsam anstelle des Rechners an das Ende der Meßkette treten. Zur Gewährleistung des automatischen Ablaufs der Meßwerterfassung wird die Digitalperipherie in die Steuerung des Meßplatzes einbezogen.

Die zur gleichen Meßaufgabe gehörenden Meßplätze mit Rechnerkopplung (R-Meßplätze) und mit

Tabelle 4

Zuordnung der Meßplätze mit Rechnerkopplung oder Meßwertausgabe durch digitale Peripheriegeräte zu oft gestellten Meßaufgaben

Meßaufgabe	Meßplatz, mit dem die Meßaufgabe gelöst werden kann				
	D 1 R 2	D 3 R 4	D 4 R 5	D 5 R 6	D 6 R 7
Schallpegelmessung normaler Genauigkeit	○	○	○	○	○
Präzisionsschallpegelmessung	○	○	○	○	○
Aufzeichnung des Pegel-Zeit-Verlaufs	○	○	●	○	○
Frequenzanalyse (Terz- oder Oktavanalyse)	●	○			
Messung der Schalleistung im Freifeld oder mit einer Vergleichsschallquelle					
Messung der Schalleistung im Hallfeld[1]					○
Echtzeit-Terzanalyse				●	
Bauakustische Schalldämmungsmessungen[1]					●
Messung des Übertragungsmaßes von Wandlern und akustischen Vierpolen mit Terzrauschen					●
Messung der Richteigenschaften von Schallquellen		●			
Terzanalyse bei unterschiedlichen Abstrahlwinkeln		●			

● Der Meßplatz ist speziell zur Lösung der betreffenden Meßaufgabe vorgesehen

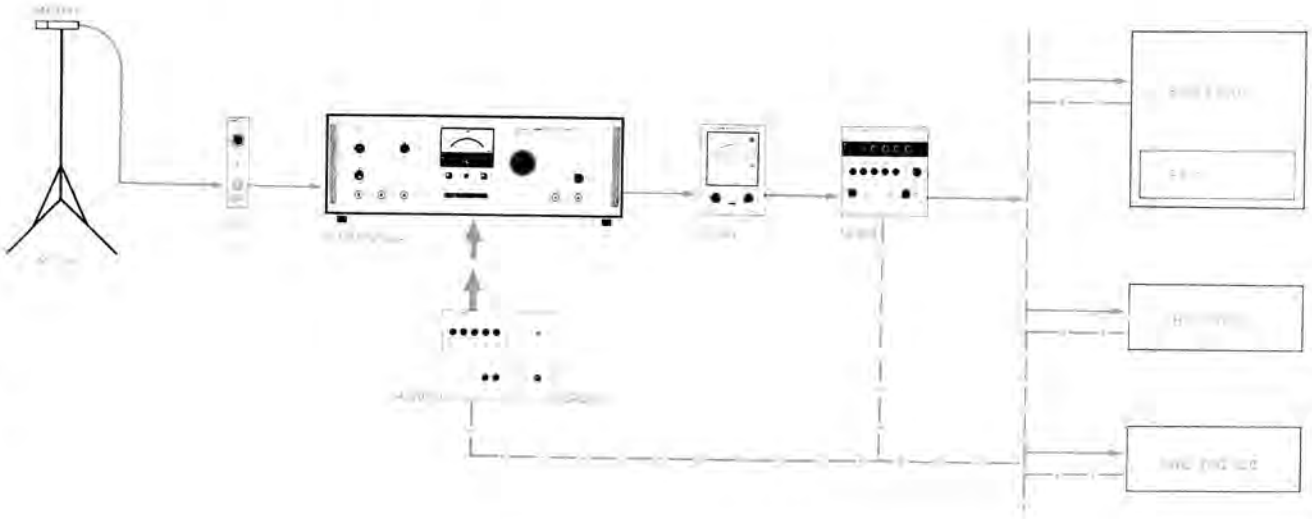
○ Die Meßaufgabe kann mit dem Meßplatz ebenfalls gelöst werden, obwohl er nicht speziell dafür ausgelegt ist und Einschränkungen hinsichtlich der automatischen Steuerung bestehen

[1] Die im Meßverfahren vorgeschriebene Ermittlung der äquivalenten Schallabsorptionsfläche muß durch Messung der Nachhallzeit (zum Beispiel mit Hilfe des Meßplatzes P 9) erfolgen

Meßwertausgabe durch digitale periphere Geräte (D-Meßplätze) unterscheiden sich hinsichtlich der Bestandteile, der Struktur und des Steuerungsablaufs nur geringfügig. Der besseren Übersichtlichkeit wegen werden deshalb die der gleichen Meßaufgabe zuzuordnenden R- und D-Meßplätze in diesem Abschnitt gemeinsam behandelt.

Im Gegensatz zu den Pegelschreibermeßplätzen kommt bei den R- und D-Meßplätzen ausschließlich die diskontinuierliche Betriebsart zur Anwendung, gesteuert durch den Austausch von Befehls- und Meldesignalen nach Standard-Interface SI 1.2 (entspricht Interface IMS-1, Pegelkategorie 2 gemäß RGW-RS 3826-76). Bei Benutzung geeigneter Koppeleinheiten lassen sich jedoch auch solche Rechner und periphere Geräte in den Meßplatz einbeziehen, die nach einem anderen Interface (zum Beispiel dem byteseriellen bitparallelen IEC-Interface oder dem in der Kernphysik angewendeten System CAMAC) ausgelegt sind. Der Programmablauf wird durch Herstellen der erforderlichen Steuersignalverbindungen mit Hilfe von Kabeln und im Falle der Rechnerkopplung durch Bereitstellen der nötigen Software vorbereitet.

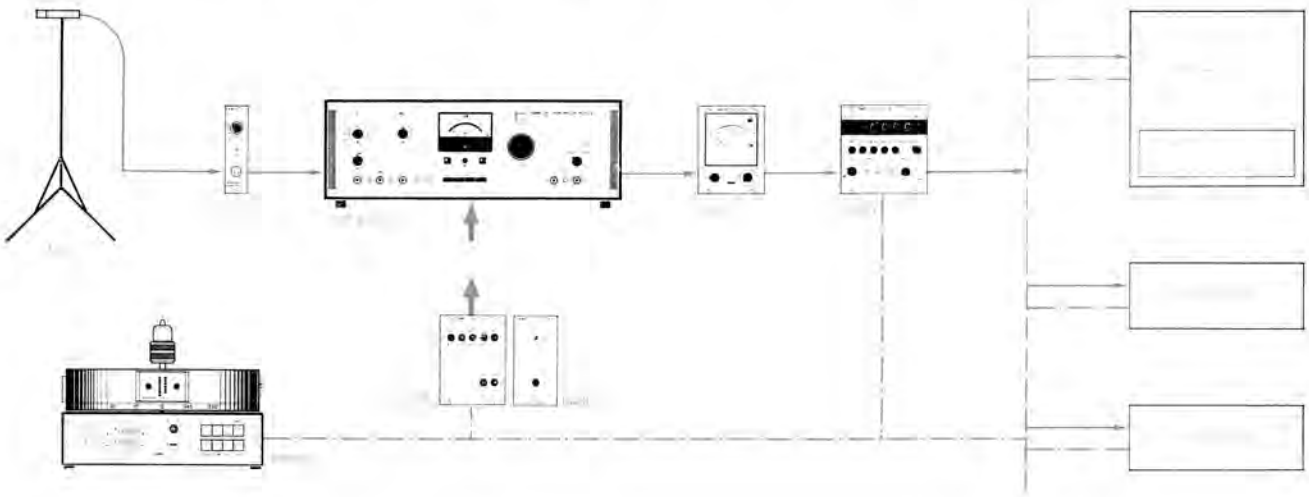
Frequenzanalyse (Terz- oder Oktavanalyse) von Schallvorgängen; Schalleistungsmessung im freien Schallfeld und mit einer Vergleichsschallquelle:
Meßplatz D 1 / R 2



Der Terz-Oktav-Analysator 01 003/01 004 filtert aus dem vom Meßmikrofon aufgenommenen und vom Mikrofonverstärker aufbereiteten schalldruckproportionalen Meßsignal Bänder von der Breite einer Terz oder einer Oktave heraus. Das Anzeigeteil 02 022 zeigt den Meßwert wahlweise in linearem oder in logarithmischem Maßstab an und gibt außerdem eine Gleichspannung aus, die dem Effektivwert des Schalldrucks oder dem Schalldruckpegel proportional ist. Der Analog-Digital-Umsetzer 52 003 wandelt diese Gleichspannung zahlenwertrichtig in ein Digitalsignal um, zeigt es in Ziffernform an und gibt es als BCD-codierte Meßinformation an das angeschlossene Digitalgerät ab. Je nach der konkreten Meßplatzkonfiguration wird der Meßwert auf Lochstreifen gespeichert, als Ziffernfolge ausgedruckt oder direkt in den Rechner übernommen, in dem dann die weiteren Verarbeitungsschritte entsprechend dem eingegebenen Programm ablaufen (Vergleich von Spektren, Berechnung des Lautstärkepegels, des Schalleistungspegels usw.).

Der Analog-Digital-Umsetzer, das Steuerteil 04 001, das als Interface-Zusatz für den Terz-Oktav-Analysator wirkt, und das Digitalgerät oder der Rechner tauschen fortlaufend Steuersignale aus, die bewirken, daß die Meßkette nach erfolgtem Start nacheinander alle Frequenzbänder im vorgewählten Bereich abfragt und den Terz- oder Oktavschalldruckpegel ermittelt.

Bestimmung der Richteigenschaften von Schallquellen durch Messung des Terz- oder Oktavschalldruckpegels als Funktion von Frequenz und Abstrahlrichtung: **Meßplatz D 3 / R 4**

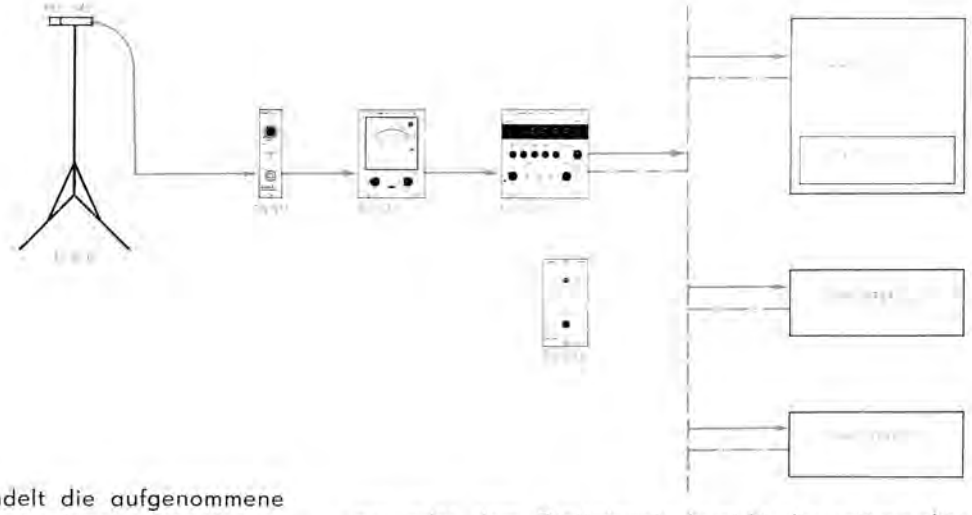


Gegenüber den Meßplätzen D 1/R 2 ist zusätzlich ein Drehtisch 02 012 vorgesehen, der dazu dient, das Meßobjekt in vorwählbaren Winkelschritten definiert gegenüber einer vorgegebenen Bezugsrichtung zu drehen. Je nach gewählter Steuersignalverbindung sind die beiden Betriebsarten

- Messung des Terz- oder Oktavspektrums mit der Winkelstellung als Parameter oder
- Messung des Terz- oder Oktavpegels als Funktion des Drehwinkels mit der Filtermittenfrequenz als Parameter

möglich. Die Meßergebnisse werden je nach Meßplatzkonfiguration als Lochstreifen oder Pegelliste ausgegeben oder vom Rechner zu abgeleiteten Kenngrößen (zum Beispiel dem Bündelungsgrad) verarbeitet.

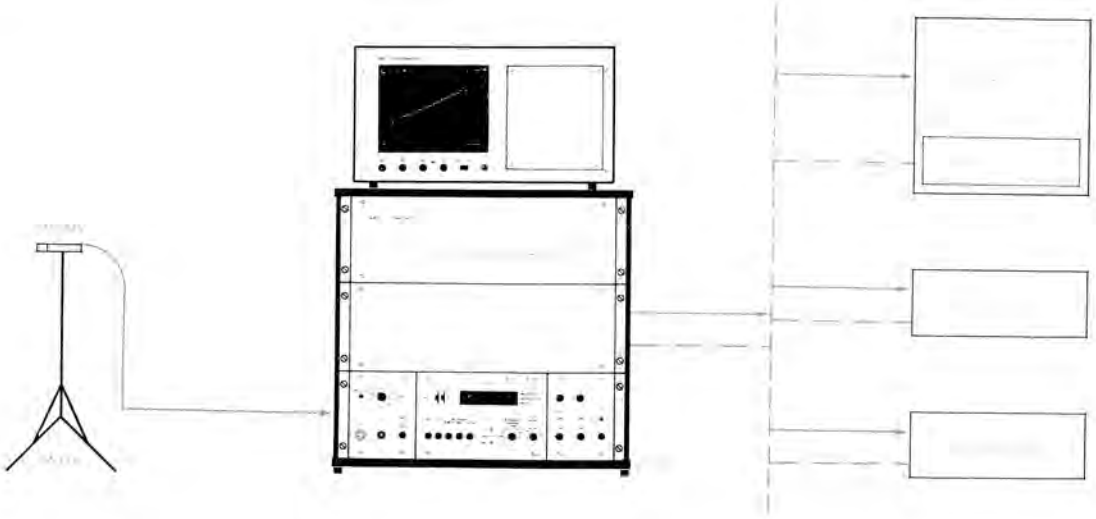
Aufnahme des Zeitverlaufs des Schalldruckpegels: **Meßplatz D 4 / R 5**



Das Anzeigeteil 02 022 wandelt die aufgenommene und verstärkte schalldruckproportionale Signalspannung in eine dem Effektivwert oder dem Pegel proportionale Gleichspannung um, die der Analog-Digital-Umsetzer 52 003 zahlenwertrichtig digitalisiert und an den Rechner oder die Digitalperipherie weitergibt. Der Austausch von Steuersignalen zwischen dem Analog-Digital-Umsetzer und dem Rechner oder dem Digitalgerät bewirkt die zeitgerechte Signalübernahme. Der Rechner kann aus dem Zeitverlauf des Schalldruckpegels weitere abgeleitete Kenngrößen (zum Beispiel den äquivalenten Dauerschallpegel, die Lärmdosis oder spezielle Kenngrößen für die Gehörschädlichkeit von Lärm) ermitteln.

Echtzeit-Terzanalyse:

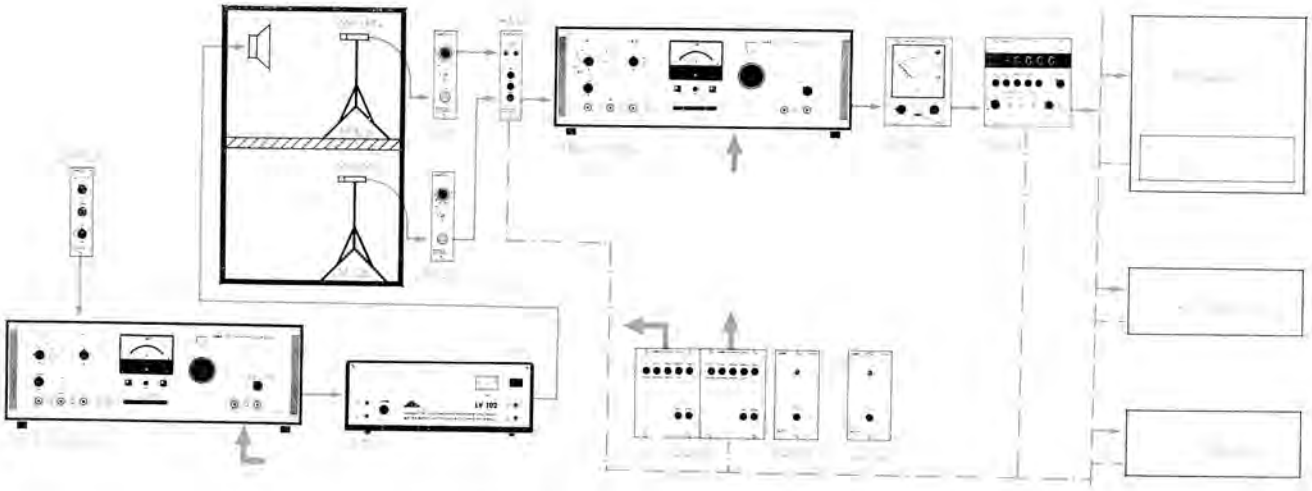
Meßplatz D 5 / R 6



Ausgangspunkt ist der Meßplatz H 11, hier jedoch erweitert um den Rechner oder ein digitales Peripheriegerät. Der Echtzeitanalysator 01 012 führt alle mit der Bildung des Momentan- oder des Maximalspektrums verbundenen Bewertungsvorgänge aus, speichert die Meßwerte und gibt sie als elektrisches Digitalsignal an den Rechner, den Lochbandstanzer oder den Meßwertdrucker aus. Die Steuersignalverbindungen zwischen dem Echtzeitanalysator und dem Rechner oder Digitalgerät gewährleisten, daß die Übernahme der Meßwerte mit einer der Verarbeitungsgeschwindigkeit angepaßten Folgegeschwindigkeit erfolgt.
Da der Echtzeitanalysator 01 012 über einen internen Speicher verfügt, der wahlweise das Momentan- oder das Maximalspektrum festhalten kann, besteht die Möglichkeit, das Terzspektrum auch von solchen zeitlich rasch schwankenden Vorgängen zu ermitteln, die sonst wegen der relativ geringen Arbeitsgeschwindigkeit der übernehmenden Geräte auf anderem Wege nicht erfaßt werden könnten.

Bauakustische Schalldämmungsmessungen, Ermittlung des frequenzabhängigen Übertragungsmaßes von Schallwandlern mit Terz- oder Oktavrauschen:

Meßplatz D 6 / R 7



Die Meßplätze D 6/R 7 enthalten einen sendeseitigen Teil zur Erzeugung und einen empfangsseitigen Teil zur Auswertung des Meßsignals. Die vom Rauschgenerator 03 004 erzeugte stochastische Spannung wird vom Terz-Oktav-Analysator 01 003 auf der Sendeseite auf Terz- oder Oktavbreite begrenzt

VEB RFT
MESSELEKTRONIK
»OTTO SCHÖN«
DRESDEN

HEIM-ELECTRIC
EXPORT-IMPORT
VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
DDR 1026 BERLIN ALEXANDERPLATZ
HAUS DER ELEKTROINDUSTRIE

Hersteller:

VEB RFT Meßelektronik
»Otto Schön« Dresden
DDR - 801 Dresden
Lingnerallee 3
Telefon: 48 70
Telex: komkd 2 6068
Kabel: komkd

Kundendienst:

Zentraler Auslands-Service
Elektronische Meßtechnik
DDR - 1035 Berlin
Oderstraße 1
Telefon: 5 89 20 27
Telex: 0 112 761 mese dd
Kabel: mesnik berlin

und nach Verstärkung vom Lautsprecher abgestrahlt. Die Empfangsseite entspricht weitgehend den Meßplätzen D 1/R 2. Um Pegeldifferenzen oder Differenzen von Übertragungsmaßen messen zu können, sind jedoch zwei Mikrofone mit nachfolgenden Mikrofonverstärkern vorgesehen, deren Ausgangssignale vom Zweikanalschalter 04 002 nacheinander abgefragt und durchgeschaltet werden.

Bei bauakustischen Untersuchungen ist der Prüfling ein bautechnisches Objekt, zum Beispiel eine Wand- oder Deckenkonstruktion zwischen zwei Räumen, wobei je ein Meßmikrofon im Sende- und im Empfangsraum aufgestellt ist. Der Prüfling kann jedoch auch ein Lautsprecher oder ein Mikrofon sein, dessen Übertragungsmaß ermittelt werden soll. In diesem Fall befinden sich alle Wandler im gleichen Meßraum. Bei Messungen an Lautsprechern findet nur ein Meßmikrofon Anwendung; der zweite Kanal erfaßt dann abweichend von der dargestellten Zusammenschaltung die Eingangsgröße des Prüflings, zum Beispiel die Speisespannung oder den Speisestrom des Lautsprechers.

Je nach der gewählten Steuersignalverbindung können die beiden Betriebsarten

- Durchlauf des vorprogrammierten Frequenzbereichs zunächst für Kanal 1, anschließend für Kanal 2 oder
- Umschalten zwischen Kanal 1 und Kanal 2 in jedem Frequenzband des vorprogrammierten Bereichs

realisiert werden. Der automatische Ablauf wird durch den Austausch von Befehls- und Meldesignalen zwischen den Geräten gesteuert, wobei die beiden Steuerteile 04 001 als Interface-Zusätze für die Terz-Oktav-Analysatoren wirken.

Weiterführende Literatur

[1] Schall- und Schwingungsmeßtechnik. Lieferkatalog von RFT Meßelektronik „Otto Schön" Dresden, 1978.

[2] Applikationsschriften von RFT Meßelektronik „Otto Schön" Dresden zu folgenden Themen:
- Einsatz des Dauerschallpegelmessers Typ 00 005
- Methoden zur Ermittlung des Schalleistungspegels – Gerätetechnische Ausrüstungen
- Admittanzmessungen bei Stützkonstruktionen
- Eigenschaften und Anwendung von Meßmikrofonen und Zubehör
- Meßplätze zur Bestimmung der Richtungseigenschaften von Schallsendern und -empfängern sowie zur Substitutionskalibrierung von Mikrofonen
- Verfahren und Geräte zur automatischen Bestimmung des kraftbezogenen Schalleistungspegels
- Richtig kalibieren – richtig messen

[3] KRAAK, W.; WEISSING, H.: Schallpegelmeßtechnik. VEB Verlag Technik Berlin, 1970.

[4] Autorenkollektiv unter W. SCHIRMER: Lärmbekämpfung. Verlag Tribüne Berlin, 1974.

[5] FASOLD, W.; SONNTAG, E.: Bauphysikalische Entwurfslehre; Teil 4: Bauakustik. VEB Verlag für Bauwesen Berlin, 1972.

[6] SCHIRMER, W.: Lärmmeßtechnik. Heft 37 der Schriftenreihe Arbeitsschutz. Verlag Tribüne Berlin, 1974.

Im Interesse der technischen Weiterentwicklung behalten wir uns Abweichungen von den genannten technischen Daten, Abbildungen und Beschreibungen vor. Damit wir Sie über den neuesten Stand unserer Erzeugnisse unterrichten können, bitten wir Sie, Anfragen unter folgender Druckschriften-Nummer an uns zu richten:

33-37-02-06-01 01/035 d

Ausgabe: Dezember 1977

Herausgeber: VEB RFT Meßelektronik „Otto Schön" Dresden
Abt. Werbung und Messen
Gestaltung: Gerhard Schindler, Dresden VBK DDR
Satz und Druck: III/9/14 Polydruck PA Dresden Ag 27/345/75
Klischees: Grafischer Großbetrieb Völkerfreundschaft Dresden