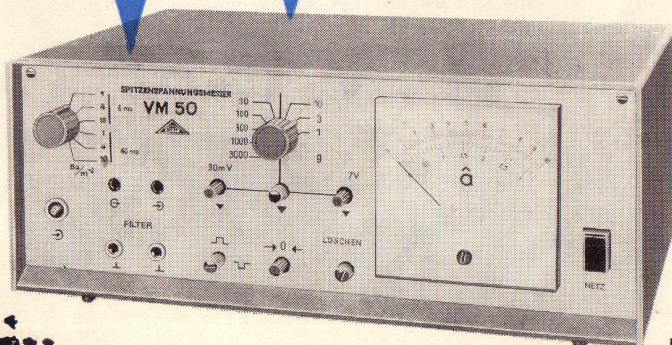


Geräte der Vibrationsmeßtechnik

Spitzenspannungsmeßgerät

VM 50



VEB Metra Meß- und Frequenztechnik · 8122 Radebeul 1, Wilhelm-Pieck-Straße 58



Inhalt

	Seite
1. Anwendungsmöglichkeiten	2
2. Wirkungsweise	2
3. Aufbau	3
4. Technische Daten	3
5. Betriebsanleitung	5
5.1. Inbetriebnahme	6
5.2. Messen von Spitzenbeschleunigungen	6
5.2.1. Eichen	6
5.2.2. Messen	8
5.2.3. Hinweise zum Vermeiden von Meßfehlern	8
5.2.4. Meßbereichserweiterung	10
5.3. Betrieb als universeller Spitzenspannungsmesser	11
5.4. Messungen mit externen Filtern	12
5.5. Oszillografische Kontrolle	13
6. Wartungshinweise	13

1. Anwendungsmöglichkeiten

Das Spitzenspannungsmeßgerät VM 50 ist in Verbindung mit unseren piezoelektrischen Beschleunigungsaufnehmern für die Messung des Spitzenwertes von stoßförmigen, periodischen und nichtperiodischen Beschleunigungen vorgesehen. Durch eine lange Haltezeit des angezeigten Meßwertes kann es besonders vorteilhaft zur Messung des Spitzenwertes einmaliger Vorgänge eingesetzt werden.

Mitunter müssen bei einem zu messenden Stoß überlagerte höher- oder tieferfrequente Störsignale unterdrückt werden. Hierzu können an das Gerät entsprechende externe Filter angeschlossen werden.

Mit dem VM 50 sind – innerhalb der angegebenen Fehlergrenzen – halbsinusförmige Stöße von $150 \mu\text{s} \dots 40 \text{ ms}$ Dauer meßbar. Es ist demnach für die Messung von Halbsinusstößen, wie sie bei der mechanischen Geräteprüfung nach TGL 200–0057 vorkommen (Stoßdauer 6 ms oder 16 ms), sehr gut geeignet.

Über die Zwecke der mechanischen Schwingungsmeßtechnik hinaus kann das Gerät auch als elektrischer Spitzenspannungsmesser im NF-Bereich, besonders für nichtperiodische Vorgänge, eingesetzt werden.

Das VM 50 ist für den Einsatz unter Laborbedingungen vorgesehen.

2. Wirkungsweise

Die Wirkungsweise des Gerätes wird anhand des Blockschaltbildes (Bild 1) erläutert.

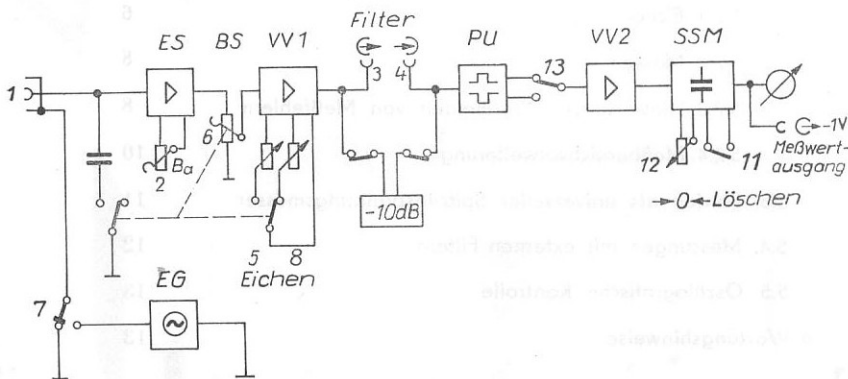


Bild 1: Blockschaltbild des VM 50

Die Eingangsspannung gelangt von der Eingangsbuchse 1 auf die Eingangsstufe ES. Der B_{α} -Schalter 2 ändert die Verstärkung der Eingangsstufe etwa im Verhältnis $1: \frac{1}{4} : \frac{1}{10}$ (Großeichung). Mit dem Bereichsschalter BS (6) wird der Meßbereich gewählt.

In den Meßbereichen 30 g ... 3000 g wird zum Geräteeingang ein Kondensator (27 nF) parallelgeschaltet, der mit der Innenkapazität von unseren Beschleunigungsaufnehmern (1 ... 2 nF) einen kapazitiven Spannungsteiler bildet.

Der Vorverstärker VV1 verstärkt das Signal. Mit Hilfe seiner Verstärkungseinstellung wird das VM 50 geeicht (5), (8). Der Vorverstärker VV1 hat einen Innenwiderstand von 600 Ω .

Das Signal gelangt entweder intern (um 10 dB gedämpft) oder über ein externes Filter zur Phasenumkehrstufe (PU). Die interne Verbindung und Dämpfung wird beim Stöpseln des Filters (Buchsen 3 und 4) automatisch abgeschaltet. Die Buchse 4 kann zur oszillografischen Kontrolle des Eingangssignales verwendet werden.

Die Phasenumkehrstufe hat einen Eingangswiderstand von $\geq 0,5 \text{ M}\Omega$. An ihren beiden Ausgängen steht das Nutzsignal mit positiver und negativer Polarität zur Verfügung.

Der Polaritätsumschalter 13 verbindet einen der beiden Ausgänge mit dem Eingang des Vorverstärkers VV2, der den eigentlichen Spitzenspannungsmesser SSM speist. Dessen Speicher kann nach Ablesen des Meßwertes mit der Löschtaste entladen werden.

Zum Kalibrieren des VM 50 kann mit der Eichaste 7 eine Eichspannung zwischen dem Außenleiter der koaxialen Eingangsbuchse 1 und der Gerätemasse eingespeist werden. Dadurch wird beim Eichen die Spannungsteilung zwischen Aufnehmer- und Eingangskapazität berücksichtigt.

3. Aufbau

Das Gerät ist in einem Leichtmetall-Schalengehäuse untergebracht. Mit Ausnahme der Netz- und Batterieanschlüsse und des Meßwertausgangs sind sämtliche Bedienungs- und Anschlußelemente auf der Frontplatte angeordnet.

4. Technische Daten

Kleinste Eingangsspannung für Vollausschlag	$\hat{U}_{\min}, U_{v \min} = 8 \text{ mV}$
Größte Eingangsspannung für Vollausschlag	$\hat{U}_{\max}, U_{v \max} = 2,5 \text{ V}$
Größte Eingangsspannung, die bis zum Filter linear übertragen wird	4 V
Bis zum Filtereingang zulässiges Verhältnis Störsignal zu Nutzsignal	≥ 2
Maximal zulässige Eingangsspannung	$\hat{U}, U = 60 \text{ V}$
Meßbereiche $\hat{a} = (1/3/10/30/100/300/1000/3000) \text{ g}$	
Mit Metra-Aufnehmern meßbare Stöße bei Vollausschlag $\hat{a} = (\frac{1}{100} \dots 3000) \text{ g}$	

Eingangsimpedanz

Meßbereich	Stellung des B_{α} -Schalters	
	6 ms	40 ms
1 g ... 10 g	$> 100 \text{ MOhm} \parallel 20 \text{ pF}$	$> 300 \text{ MOhm} \parallel 20 \text{ pF}$
30 g ... 3000 g	$20 \text{ MOhm} \parallel 27 \text{ nF}$	$20 \text{ MOhm} \parallel 27 \text{ nF}$

Frequenzbereich für stationäres Sinussignal (-3dB)

Grenzfrequenz		Stellung des B_{α} -Schalters	
		6 ms	40 ms
untere Grenzfrequenz	f_u	(1 ... 2) Hz	$\leq 0,5$ Hz
obere Grenzfrequenz	f_o	≥ 20 kHz	≥ 20 kHz

Impulsdauer (Rechteck T_{iR} ; Halbsinus T_{iH} ; Impulsfolge Index $p =$ periodisch)

Impulsform		Stellung des B_{α} -Schalters	
		6 ms	40 ms
Einzelimpuls Rechteck	T_{iR}	$\geq 100 \mu s$	$\geq 100 \mu s$
Impulsfolge Rechteck	T_{ipR}	$\geq 30 \mu s$	$\geq 30 \mu s$
Einzelimpuls Halbsinus	T_{iH}	150 μs ... 6 ms	150 μs ... 40 ms
Impulsfolge Halbsinus	T_{ipH}	50 μs ... 6 ms	50 μs ... 40 ms

Entladezeitkonstante der Speicherschaltung in Stellung „Löschen“

$$\tau_{\text{Lösch}} = 0,85 \text{ s}$$

Speicherzeit für 2% Abfall

$$\geq 8 \text{ min}$$

Speicherzeit für 10% Abfall

$$\geq 40 \text{ min}$$

Meßunsicherheit

$$\pm (6\% \text{ v. M.} + 4\% \text{ v. E.})$$

(Zusätzlich Frequenzgangsfehler entsprechend Bild 4)

Stromversorgung Netz
oder Batterie

$$180 \dots 240 \text{ V, } 50 \text{ Hz, } 5 \text{ VA}$$

$$2 \times 20 \dots 30 \text{ V, } 50 \text{ mA}$$

Sicherung (Netz)

$$40 \text{ mA, träge}$$

Innenwiderstand für Filterspeisung (3)

$$600 \text{ Ohm}$$

Belastungswiderstand für angeschlossenes Filter (4)

$$(0,5 \dots 2) \text{ MOhm}$$

Ausgangsgleichspannung an Buchse 3

$$\leq \pm 0,25 \text{ V}$$

Ausgangswechselspannung an Buchse 3

$$\hat{U}_v, U_v \approx 0,36 \text{ V}$$

Ausgangswechselspannung an Buchse 4

$$\hat{U}_v, U_v \approx 0,23 \text{ V}$$

Minimaler Eingangswiderstand eines an Buchse 4
angeschlossenen Oszillografen

$$50 \text{ kOhm}$$

Maximal zulässiger Gleichstrominnenwiderstand eines angeschlossenen Filters	50 k Ω
Abmessungen (Länge x Höhe x Tiefe)	340 x 145 x 230 mm ³
Masse	ca. 4 kg
Meßwertausgang	
Ausgangsspannung	(0 ... -1) V \pm 3%
Innenwiderstand	1 k Ω + 5% - 10%

Änderungen, die im Rahmen einer Weiterentwicklung liegen, behalten wir uns vor.

5. Betriebsanleitung

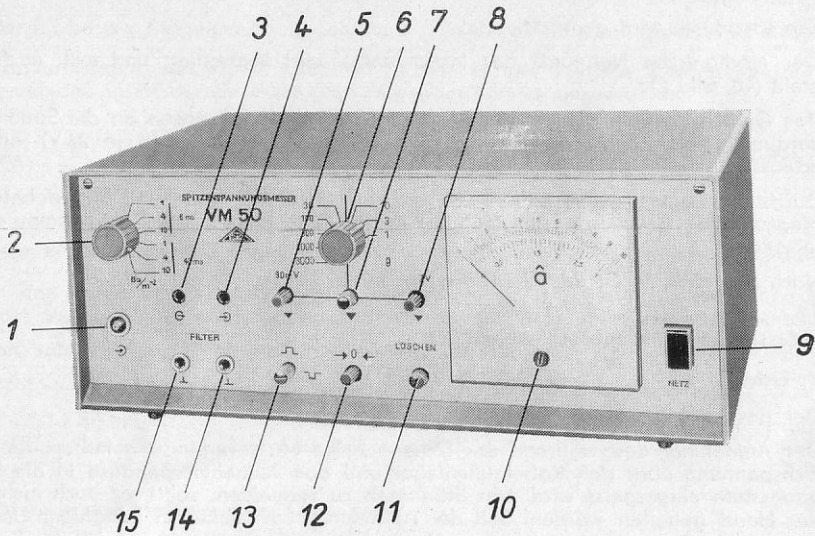


Bild 2: Bedienelemente

- 1 Eingangsbuchse
- 2 B_a -Schalter (Grobeichung, maximale Impulsdauer)
- 3 Ausgang Vorverstärker 1 (für Filtereingang)
- 4 Eingang des zweiten Verstärkerteils (für Filterausgang bzw. Oszillograf)
- 5 Verstärkungseinstellung im Bereich 30 g ... 3000 g (Eichregler)
- 6 Bereichsschalter
- 7 Eichtaste

- 8 Verstärkungseinstellung im Bereich 1 g ... 10 g (Eichregler)
- 9 Netzschalter (für Netz- und Batteriebetrieb)
- 10 mechanische Nullpunkteinstellung
- 11 Löschtaete
- 12 elektrische Nullpunkteinstellung
- 13 Polaritätsumschalter
- 14 Masseanschluß (mit Gehäuse verbunden)
- 15 Masseanschluß (mit Gehäuse verbunden)

Der Meßwertausgang, die Anschlüsse für Netz- und Batteriebetrieb und der Sicherungshalter befinden sich auf der Geräterückseite.

5.1. Inbetriebnahme

- a) Die Löschtaete wird gedrückt.
- b) Der mechanische Nullpunkt des Instrumentes wird kontrolliert und evtl. nachgestellt (10, Bild 2).
- c) Das Gerät wird über die auf der Rückwand befindlichen Buchsen an die Stromversorgung (Netz 220 V oder zwei galvanisch getrennte Batterien je 24 V) angeschlossen.
- d) Durch Drücken des Netzschalters (9) wird das Gerät bei Netz- und Batteriebetrieb eingeschaltet. Bei Netzbetrieb muß die in der Taete eingebaute Kontrolllampe aufleuchten.
- e) Nach ca. 1 Minute ist das Gerät betriebsbereit.

5.2. Messen von Spitzenbeschleunigungen

5.2.1. Eichen

- a) Der Beschleunigungsaufnehmer wird angeschlossen.

Der Aufnehmer darf während des Eichens keine Masseverbindung haben, da die Eichspannung über den Kabelaußenleiter und das Aufnehmergehäuse in die Eingangsstufe eingespeist wird. Um Störungen zu vermeiden, sollte er auch nicht in der Hand gehalten werden. Soll der Aufnehmer auf elektrisch leitfähiger Unterlage stationär montiert werden, z. B. für Überwachungszwecke, so ist der lieferbare Isolierflansch zur Befestigung zu verwenden. Unser Haftmagnet Typ 1300 ist ebenfalls elektrisch isoliert.

Beim Eichen und Messen im untersten Skalenbereich (< 25%) können bei gedrückter Löschtaete periodische Schwingungen des Zeigers auftreten. Dies ist kein Fehler, sondern im Prinzip der Speicherschaltung begründet.

- b) Zur Grobeichung wird mit dem B_a -Schalter der gerundete Übertragungsfaktor des verwendeten Aufnehmers eingestellt (Meßbereich "... 6 ms", Umschaltung nur etwa 1-4-10, nicht genau kalibriert!)
Nach jedem Umschalten des B_a -Schalters ist etwa eine halbe Minute zu warten, bevor wieder gemessen bzw. geeicht wird.
- c) Mit der elektrischen Nullpunkteinstellung 12 wird der Instrumentenzeiger auf Null gestellt.

d) In den Meßbereichen 1 g ... 10 g wird mit dem Eichregler 8 geeicht, die Eichspannung beträgt 90 mV, in den Bereichen 30 g ... 3000 g mit dem Eichregler 5, die Eichspannung beträgt hierbei 7 V.

Nach Drücken der Eich Taste 7 (Arretierung durch Drehen um 90°) wird je nach gewünschten Meßbereichen mit 5 oder 8 bzw. 5 und 8 folgende durch \hat{U}_E simulierte Beschleunigung (Eichbeschleunigung) eingestellt:

Es gilt allgemein
$$\hat{a}_E = \frac{\hat{U}_E}{B_a}$$

\hat{a}_E Eichbeschleunigung
 \hat{U}_E Eichspannung
 B_a Spannungsübertragungsfaktor des Aufnehmers

Der für unsere Aufnehmer angegebene B_a -Wert gilt für eine kapazitive Belastung des Aufnehmers mit einem Kabel von 1,5 m Länge. Werden Verlängerungskabel verwendet, so ist der B_a -Wert nach folgender Formel umzurechnen:

$$B_{ak} = B_a \cdot \frac{C_i}{C_i + C_k}$$

C_i : Kapazität des Aufnehmers mit 1,5 m Kabel
 C_k : Kapazität des Zusatzkabels.

Beim Eichen mit Verlängerungskabeln muß mit dem Wert B_{ak} gerechnet werden.

In den Bereichen 30 g ... 3000 g kann man ohne Verlängerungskabel eichen und darf dieses danach ohne Reduzierung von B_a auf B_{ak} und Neueichung einschleifen, solange $C_k \ll 27$ nF bleibt. Soll aber mit Verlängerungskabel noch einmal geeicht werden (Kontrolleichung), so ist dafür der Wert B_{ak} zu verwenden.

VM 50-Instrument und -Bereichsschalter sind in „g“ geeicht, der Spannungsübertragungsfaktor B_a unserer Aufnehmer wird in mV/ms^{-2} angegeben!

Eichen in den Meßbereichen 1 g ... 10 g

Die Eichbeschleunigung

$$\hat{a}_E = \frac{9.17}{B_a} \quad \left[\hat{a}_E \right] = g, \quad \left[B_a \right] = mV/ms^{-2}$$

wird mit 8 eingestellt (Bild 3).

Eichen in den Meßbereichen 30 g ... 3000 g:

Die Eichbeschleunigung

$$\hat{a}_E = \frac{714}{B_a} \quad \left[\hat{a}_E \right] = g, \quad \left[B_a \right] = mV/ms^{-2}$$

wird mit 5 eingestellt (Bild 3).

Die Löschtaste 11 sollte während des Eichens in Stellung „Löschen“ arretiert werden (Taste drücken, $\frac{1}{4}$ -Drehung).

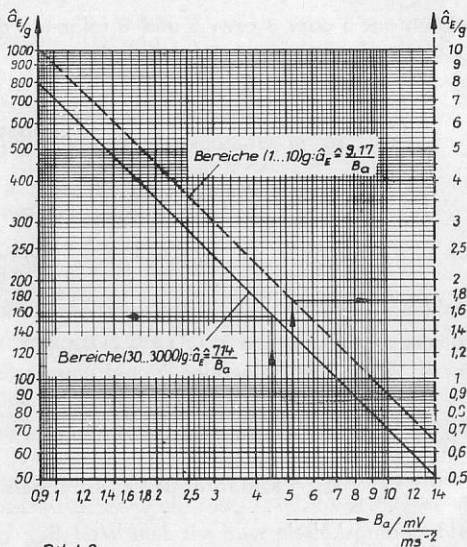


Bild 3:
Eichbeschleunigung als Funktion des
Aufnehmerübertragungsfaktors

5.2.2. Messen

Nach Lösen der Eich- und Löschtaste kann gemessen werden. Der Polaritätumschalter wird entsprechend der Polarität des zu messenden Spitzenwertes eingestellt. (Unsere Aufnehmer sind so konstruiert, daß ein Beschleunigungsstoß in den Boden hinein eine positive Ausgangsspannung ergibt.)

Bedingt durch das Prinzip der Speicherschaltung braucht der Speicher nicht auf Null entladen zu werden, sondern nur auf einen mit Sicherheit unter dem nächsten zu erwartenden Meßwert liegenden Betrag!

Für Stoßmessungen sollte vorzugsweise unser Aufnehmer KD 31 verwendet werden. Unsere übrigen KD...-Typen (Dickenschwinger) sind im Rahmen ihrer technischen Daten ebenfalls verwendbar.

5.2.3. Hinweise zum Vermeiden von Meßfehlern

Um Meßfehler weitgehend zu vermeiden, sollten folgende Grundregeln beachtet werden:

- a) Der Aufnehmer muß möglichst steif mit seiner Grundfläche an das Meßobjekt gekoppelt werden (Stiftschraube, Haftmagnet, Klebewachs, Isolierflansch). Zwischen metallische Flächen sollte ein Fett- oder Ölfilm gebracht werden, um Oberflächenrauigkeiten auszugleichen.

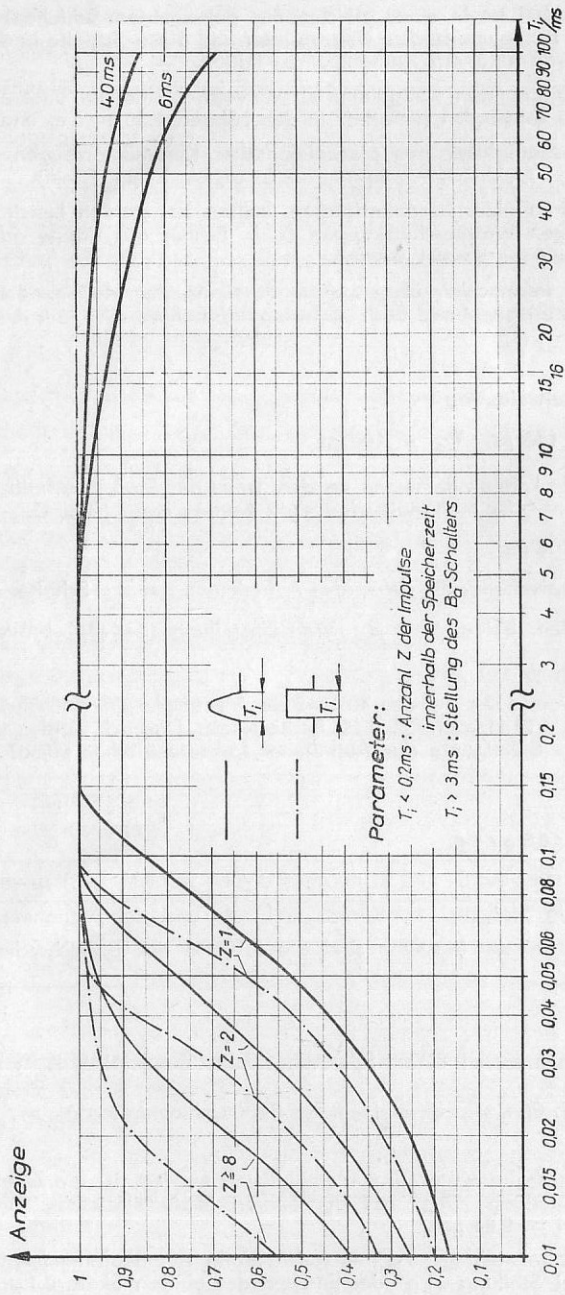


Bild 4 : Anzeige als Funktion der Impulsdauer

- b) Das Anschlußkabel ist in einer gleichmäßig gekrümmten Schleife von ca. 10 cm Länge von der Aufnehmerbuchse wegzuführen und diese Schleife in der lieferbaren Kabelabfangvorrichtung am Aufnehmer zu halten.
- c) Um Kabelstörspannungen weitgehend zu vermeiden, sind nur unsere graphitierten Spezialkabel zu verwenden (lieferbar in den Längen 1,50 m, 5 m und 10 m).
- d) Beschleunigungsaufnehmer aus piezoelektrischer Keramik erzeugen bei Temperaturschwankungen elektrische Spannungen (pyroelektrischer Effekt).

Um derartige Meßfehler zu unterdrücken, sollten bei starken Luftströmungen und Wärmestrahlungen Wärmeschutzkappen (z. B. Becher aus Pappe oder Kunststoff) über den Aufnehmer gesetzt werden.

Zur genaueren Information über weitere Probleme der Meßpraxis empfehlen wir das von uns herausgegebene Buch „Schwingungsmeßtechnik“ (auf Anfrage bei uns erhältlich).

5.2.4. Meßbereichserweiterung

Stöße mit $T_{iH} < 150 \mu s$, $T_{iR} < 100 \mu s$

Solche kurzen Stöße können gemessen werden, wenn der Stoß innerhalb der Speicherzeit des VM 50 ein- oder mehrmals wiederholt werden kann (Bild 4).

Stöße mit $T_{iH} > 6 ms$

Hierzu ist der entsprechende B_a -Wert des Aufnehmers am B_a -Schalter im Bereich „40 ms“ einzustellen. Bei gleicher B_a -Wert-Einstellung (1–4–10) braucht nicht neu geeicht zu werden.

Beim Umschalten vom 6 ms- auf den 40 ms-Bereich wird die untere 3 dB-Grenzfrequenz des VM 50 von (1...2) Hz auf $< 0,5$ Hz herabgesetzt. Dadurch werden tiefstfrequente temperaturbedingte Störsignale der Aufnehmer (pyroelektrischer Effekt) stärker übertragen.

Meßbereiche 0,1 g / 0,3 g / 1 g

Hierzu sind Aufnehmer mit $B_a = 10 \text{ mV/ms}^{-2}$ (Typen KD 20...23) zu verwenden. Der B_a -Schalter wird in Stellung „1 mV/ms⁻²“ gebracht und der Aufnehmer wird eingeeicht. Hierbei und bei der Messung sind die \hat{a} -Werte des Bereichsschalters mit 0,1 zu multiplizieren.

Beispiel:

Es wird ein Aufnehmer mit einem Spannungsübertragungsfaktor $B_a = 11,0 \text{ mV/ms}^{-2}$ verwendet. Nach Bild 3 ist eine simulierte Eichbeschleunigung $\hat{a}_E = \frac{9,17}{11,0} = 0,83 \text{ g}$ einzustellen.

Da die Bereichsschalterwerte mit 0,1 multipliziert werden, ist die Ziffernfolge 83 in Bereichsschalterstellung „10 g“ auf der oberen Skala einzustellen und entspricht dann $8,4 \text{ g} \times 0,1 = 0,84 \text{ g}$.

Bei Bereichsschalterstellung „3 g“ entspricht dann der Skalenendwert der unteren Skala 0,3 g, bei Stellung „1 g“ der Endwert der oberen Skala 0,1 g.

Meßbereiche 0,01 g / 0,03 g / 0,1 g

Derart empfindliche Messungen können mit dem Aufnehmer KB 12 [$B_{\alpha} = (100 \dots 300) \text{ mV/ms}^{-2}$] durchgeführt werden bei Stellung des B_{α} -Schalters „1 mV/ms⁻²“.

Der Umrechnungsfaktor ist $\frac{1}{100}$.

Die Eichung und Messung verläuft analog dem Absatz „Meßbereiche 0,1 g/0,3 g/1 g“.

Beispiel:

Der verwendete KB 12 habe einen Spannungsübertragungsfaktor $B_{\alpha} = 200 \text{ mV/ms}^{-2}$.

Nach Bild 3 ist eine simulierte Eichbeschleunigung

$$\hat{a}_E = \frac{9,17}{200} = 0,046 \text{ g einzustellen.}$$

Da die Bereichsschalterwerte mit $\frac{1}{100}$ multipliziert werden, ist die Ziffernfolge 46 in Bereichsschalterstellung „10 g“ auf der oberen Skala einzustellen und entspricht dann $4,6 \text{ g} \cdot \frac{1}{100} = 0,046 \text{ g}$.

Maximal zulässig für den KB 12 sind Stöße von $\hat{a} = 3 \text{ g}$.

Zu beachten ist die niedrige Resonanzfrequenz dieses Aufnehmers (ca. 400 Hz). Er sollte daher nur für Stöße mit einer Impulsdauer $T_{iH} \geq 6 \text{ ms}$ in Verbindung mit dem Stoßfilter VF 1 verwendet werden (siehe Punkt 5.4.).

5.3. Betrieb als universeller Spitzenspannungsmesser

In den Bereichsschalterstellungen 1 g, 3 g und 10 g ist das VM 50 auch als universeller Spitzenspannungsmesser anwendbar.

Je nach Stellung des B_{α} -Schalters sind folgende Meßbereichsendwerte möglich:

Stellung des B_{α} -Schalters	Stellung des Bereichsschalters		
	1 g	3 g	10 g
1 mV/ms ⁻²	10 mV	30 mV	100 mV
10 mV/ms ⁻²	100 mV	300 mV	1000 mV

Eichen:

- Je nach gewünschten Spannungsbereichen wird nach obiger Tabelle der B_{α} -Schalter eingestellt. (30 s Wartezeit!)
- Innen- und Außenleiter der Eingangsbuchse werden miteinander verbunden.
- Bei Stellung des B_{α} -Schalters „1 mV/ms⁻²“ wird der Bereichsschalter auf 10 g geschaltet. Bei Stellung des B_{α} -Schalters „10 mV/ms⁻²“ wird der Bereichsschalter auf 1 g geschaltet.
- Bei gedrückter Eich- und Löschtaste 7 und 11 wird mit dem rechten Eichregler 8 der Instrumentenzeiger auf 0,9 der oberen Skala eingestellt.

- e) Nach Lösen der Eichtaste 7 und Öffnen der Eingangsbuchse 1 ist das Gerät betriebsbereit. Die Bereichsschalterwerte entsprechen den Spannungswerten der obigen Tabelle.

Mit dem Polaritätsschalter 13 wird die zu messende Polarität eingestellt.

Achtung: Nach erfolgter Eichung darf nur mit dem Bereichsschalter 6 umgeschaltet werden. Bei Umschaltung des B_a -Schalters auf einen **anderen** Übertragungsfaktor muß neu geeicht werden.

In den Bereichen $\dot{a} = (30 \dots 3000) \text{ g}$ beträgt die Eingangskapazität 27 nF. Durch Verwendung eines ohmschen oder kapazitiven Spannungsteilers sind diese Bereiche ebenfalls verwendbar.

5.4. Messungen mit externen Filtern

Das Gerät ist ohne Filter zu eichen!

Beim Anstecken des Filters wird ein internes 10 dB-Dämpfungsglied abgeschaltet. Daher können Filter mit einer Grunddämpfung von 10 dB (bei Speisung des Filters über einen Innenwiderstand von 600 Ohm) direkt ohne Umrechnung der abgelesenen Meßwerte verwendet werden.

Bis zum Filter darf der Störpegel das Doppelte des eingestellten Skalenendwertes betragen. (Wenn das Nutzsignal dem Skalenendwert entspricht, dürfen Stör- und Nutzsignal zusammen also den 3fachen Wert des Nutzsignals haben.)

VF 1

Speziell für Stoßmessungen wurde von uns das Stoßfilter VF 1 entwickelt (Filter nach TGL 200-0057). Es kann bei Halbsinusstößen mit einer Impulsdauer $T_{iH} \geq 6 \text{ ms}$ eingesetzt werden. Seine Grunddämpfung beträgt 10 dB, es kann also ohne Meßbereichsumrechnung verwendet werden. Der Frequenzgang ist so eingeebnet, daß ein Überspringen bei Rechtecksignalen nicht auftritt.

VF 2

Ebenfalls für Stoßmessungen geeignet ist unser Tiefpaßfilter VF 2, dessen obere Grenzfrequenz umschaltbar ist. Seine Grunddämpfung beträgt auch 10 dB ($\pm 0,5 \text{ dB}$). Infolge seiner verstellten Filtercharakteristik zeigt es bei Rechteckimpulsen ein Überspringen von ca. 10%.

Die Daten der Filter VF 1 und VF 2 und die mit ihnen meßbaren kürzesten Halbsinusimpulse zeigt die folgende Tabelle:

Filter	VF 1	VF 2					
obere Grenzfrequenz f_o	250Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Betriebsdämpfung	12dB	40dB					
normierte Ausgangsspannung*)	bei $2 f_o$ 25%	1%					
T_{iH} für 5% Abfall/ms	4						
T_{iH} für 10% Abfall/ms	3,5	3,4	1,7	0,9	0,4	0,2	0,1
T_{iH} für 30% Abfall/ms	2	2,2	1,1	0,5	0,3	0,15	0,07

*) Die normierte Ausgangsspannung bezieht sich auf den für $f \ll f_o$ konstanten Wert.

Bei Messungen von Rechteckimpulsen gilt für die kürzesten meßbaren Impulse:

$$T_{iR} \approx \frac{2}{3} T_{iH}$$

T_{iR} : Impulsdauer bei Rechteck

T_{iH} : Impulsdauer bei Halbsinus

Der Wert $2/3$ ist weitgehend unabhängig von der Steilheit des Tiefpasses.

5.5. Oszillografische Kontrolle

An der rechten Filterbuchse 4 kann das Nutzsignal oszillografisch kontrolliert werden. Der Stecker der Meßschnur darf dazu nur halb in die Buchse eingeführt werden, da sonst eine interne Verbindung abgeschaltet wird. Bei Verwendung unseres Filters VF 1 kann die Kurvenform der Filterausgangsspannung ebenfalls leicht kontrolliert werden, da der gleiche Anschluß auf der Filterfrontplatte vorhanden ist.

6. Wartungshinweise

Eine spezielle Wartung ist nicht nötig.

Reinigung der Instrumentenabdeckscheibe

Sollte sich bei einer Reinigung die Scheibe elektrostatisch aufgeladen haben („Festhalten“ des Zeigers), so kann sie durch Antistatikspray oder einfach durch Anhauchen entladen werden.

Wechseln der Netzkontrolllampe

Die rote Schalterabdeckscheibe wird nach vorne abgezogen und mit Hilfe eines Schlauches (z. B. Isolierschlauch 5 mm \varnothing) oder einer kleinen Flachzange wird die Glühlampe vorsichtig herausgezogen (Steckfassung!) und durch eine Glühlampe 24 V; 0,025 A nach TGL 10449 ersetzt.