

Bedienungsanleitung

**Schwingungs-
Messgeräte**

VM12

VM13

VM14



Metra Mess- und Frequenztechnik Radebeul

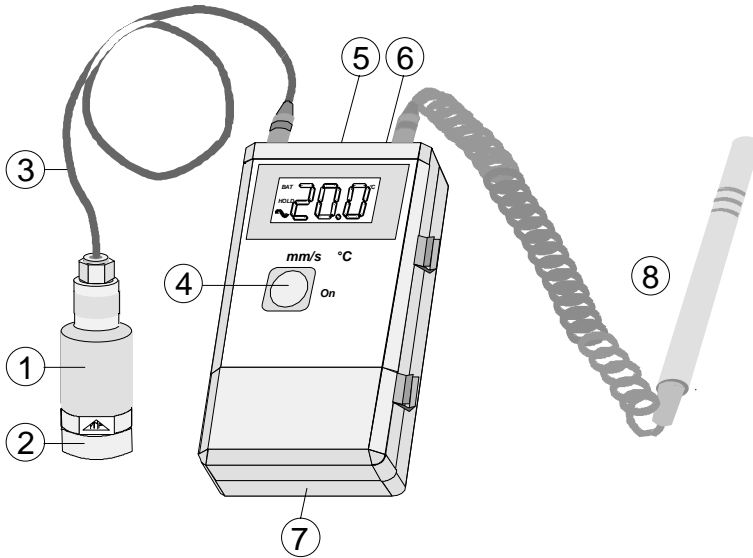
Meissner Str. 58 - D-01445 Radebeul

Tel. +49-351 849 21 04 Fax +49-351 849 21 69

Email: Info@MMF.de

Inhalt

1. Verwendungszweck	4
2. Messverfahren	4
2.1. Schwingstärke	5
2.2. Lagerschwingungen (nur VM13)	6
3. Bedienung	6
3.1. Auswahl der Messpunkte für den Schwingungsaufnehmer	6
3.2. Messpunkte für den Temperaturfühler (nur VM14)	8
3.3. Messung	8
3.4. Signalausgang (VM12 und VM13)	10
4. Batterie	10
5. Kalibrierung	12
6. Technische Daten	14
7. Vorlage für ein Messprotokoll	16
Anlagen: Garantie	
CE-Konformitätserklärung	



- 1 piezoelektrischer Beschleunigungsaufnehmer
- 2 Haftmagnet
- 3 störarmes Spezialkabel
- 4 ON - Taste
- 5 Umschalter v / a beim VM13
 v / T beim VM14
- 6 Signalausgangsbuchse beim VM12 und VM13
- 7 Batteriefach
- 8 Temperaturtastspitze beim VM14

Anzeige:



1. Verwendungszweck

Die Geräteserie VM12, VM13 und VM14 wurde für die Schwingungsmessung an Maschinen mit rotierenden Teilen entwickelt.

Die drei Modelle unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Messbereiche:

- VM12: Schwingstärke
- VM13: Schwingstärke und Lagerschwingungen
- VM14: Schwingstärke und Temperatur

Der **Schwingstärke-Messbereich** dient zur periodischen Überwachung von Unwuchten an rotierenden Maschinen.

Ursachen für Unwuchten können zum Beispiel lose Schrauben, verschlissene Lager mit großem Spiel oder Ablagerungen auf Lüfterflügeln sein. Oft verstärken sich mehrere Effekte gegenseitig.

Die Schwingstärke ist ein Maß für den Energiegehalt der Vibrationen und charakterisiert die Laufruhe und damit den Erhaltungszustand der Maschine. Das Messverfahren wird durch zahlreiche nationale und internationale Standards definiert.

Der **Schwingbeschleunigungs-Messbereich beim VM13** ist so ausgelegt, dass er bevorzugt Lagerschwingungen erfasst. Die tief-frequenten, oft dominanten Unwuchtschwingungen werden hierbei ausgeblendet.

Der **Temperatur-Messbereich beim VM14** liefert dem erfahrenen Wartungstechniker eine weitere Information über den Zustand einer Maschine. Verschleiß geht oft mit einer Temperaturerhöhung, zum Beispiel an Lagern, einher. Mit dem VM14 kann die Temperatur im Rahmen eines Messzyklus ohne nennenswerten Mehraufwand miterfasst werden.

In der Hand des Wartungstechnikers sind die Messgeräte VM12 / 13 / 14 vielseitige Hilfsmittel, um Verschleißtendenzen rechtzeitig zu erkennen, einem Ausfall der Maschine vorzubeugen und damit Kosten zu sparen.

2. Messverfahren

2.1. Schwingstärke

Das Messverfahren für die Schwingstärke entspricht den Festlegungen der Normen

- ISO 10 816 (ersetzt ISO 2373)
- DIN 45 666

Den Normen entsprechend, wird der Effektivwert der Schwinggeschwindigkeit im Frequenzbereich 10 .. 1000 Hz angezeigt.

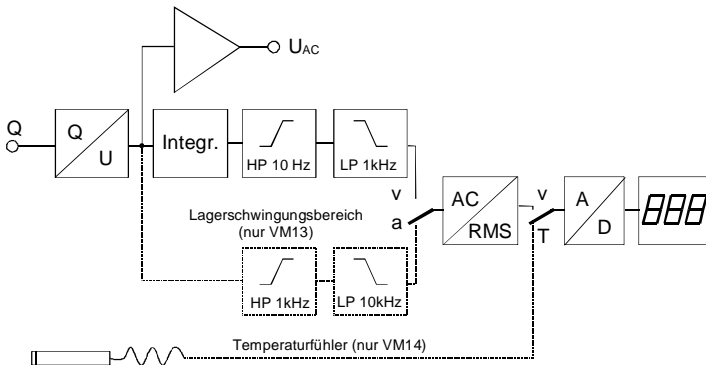


Bild 1: Blockschaltung

Bild 1 zeigt das Blockschaltbild.

Ein Ladungsverstärker wandelt das Ladungssignal des Beschleunigungsaufnehmers in eine Spannung. Diese wird integriert, um die Schwinggeschwindigkeit (auch Schwingstärke genannt) zu erhalten. Anschließend erfolgt eine Hoch- und Tiefpassfilterung. Die Filtercharakteristik wird in den Standards definiert. Bild 2 zeigt den typischen Pegelverlauf.

Über eine echte Effektivwertbildung gelangt das Signal zum Analog-Digital-Wandler der Anzeige.

Beim VM13 und VM14 ist der Schwingstärke-Messbereich 0,2 .. 200 mm/s. Beim VM12 stehen zwei Messbereichsvarianten zur Verfügung:

- VM12-1 mit 0,2 .. 200 mm/s
- VM12-2 mit 0,02 .. 20 mm/s.

2.2. Lagerschwingungen (nur VM13)

Alternativ zur Schwingstärke misst das VM13 auch die Schwingbeschleunigung im Frequenzbereich 1 .. 10 kHz.

Es stehen zwei Messbereichsvarianten zur Verfügung:

- VM13-1 mit 0,2 .. 200 m/s²
- VM13-2 mit 2 .. 2000 m/s²

Zu welcher Variante Ihr VM13 gehört, können Sie auf dem Typenschild an der Geräterückseite sowie am Dezimalpunkt erkennen.

Die Signalverarbeitung unterscheidet sich von der Schwingstärkemessung lediglich durch die Umgehung des Integrators sowie abweichende Filterfrequenzen.

Der Frequenzbereich 1 .. 10 kHz eignet sich besonders zur Messung des Laufgeräusches von Lagern. Durch die untere Bandbegrenzung von 1 kHz ist gewährleistet, dass die durch Unwuchten hervorgerufenen hohen Pegelanteile das Messergebnis der Lagerschwingungen nicht beeinträchtigen. Bild 2 zeigt den Pegelverlauf.

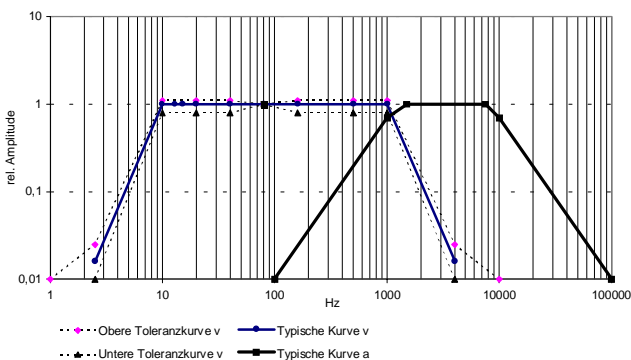


Bild 2:
Typische
Pegelverläufe

3. Bedienung

3.1. Auswahl der Messpunkte für den Schwingungsaufnehmer

Vor dem Einsatz des Gerätes müssen geeignete Messpunkte an der Maschine gefunden werden. Dazu sollte möglichst Fachpersonal mit Erfahrungen in der Maschinenüberwachung herangezogen werden.

Die bei Schwingungen auftretenden Kräfte werden normalerweise über Lager und Lagergehäuse auf das Maschinengehäuse übertragen. Deshalb eignen sich Lagergehäuse oder deren unmittelbare Umgebung als bevorzugte Messpunkte. Ungeeignet sind leichte oder mechanisch nachgiebige Maschinenteile.

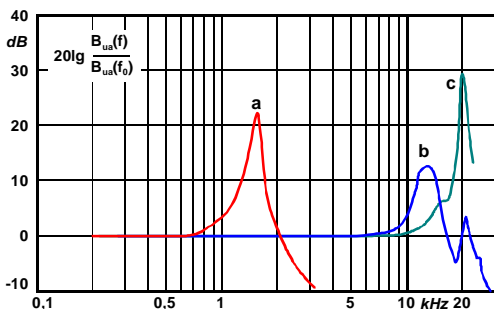
Für die Messstelle empfehlen wir ein Stahl-Messplättchen mit einer planen Koppelfläche für den Beschleunigungsaufnehmer. Der Durchmesser sollte mindestens dem des Beschleunigungsaufnehmers entsprechen.

Wichtig: Eine flächige Verbindung zwischen Beschleunigungsaufnehmer und Messobjekt ist Bedingung für eine exakte Schwingungsübertragung. Unebene, zerkratzte oder zu kleine Koppelflächen verursachen Messfehler, insbesondere im höherfrequenten Bereich der Lagerschwingungen beim VM13.

Die Ankopplung des Aufnehmers erfolgt am einfachsten durch den mitgelieferten Haftmagneten. Anstelle des Haftmagneten kann auch die im Lieferumfang enthaltene M5-Stiftschraube verwendet werden, falls am Messpunkt eine entsprechende Gewindebohrung vorhanden ist. Ein dünner Fettfilm (z.B. Silikonfett) verbessert die Qualität der Koppelverbindung. Das gilt auch für die Fläche zwischen Haftmagnet und Aufnehmer.

Für orientierende Messungen der Schwingstärke an schwer zugänglichen Stellen eignet sich auch die mitgelieferte Tastspitze. Für reproduzierbare Ergebnisse ist jedoch etwas Übung erforderlich.

Die Tastspitze sollte nicht im Messbereich für Lagerschwingungen beim VM13 verwendet werden, da es infolge von Koppelresonanzen bei höheren Frequenzen leicht zu gravierenden Messfehlern kommt. Das folgende Diagramm zeigt typische Resonanzverläufe der einzelnen Ankoppelungsarten.



- a: Tastspitze
- b: Haftmagnet auf geschliffener Fläche
- c: Stiftschraube

Nach der Auswahl der Messpunkte werden die Soll- und Grenzwerte für die routinemäßige Überwachung bestimmt. Diese dienen als Basis, um später Tendenzentwicklungen beurteilen zu können.

3.2. Messpunkte für den Temperaturfühler (nur VM14)

Die Temperaturmessung sollte ebenfalls auf einer metallisch blanken, ebenen Fläche erfolgen, am besten auf den zur Schwingungsmessung genutzten Messplättchen. Wird die Tastspitze senkrecht auf einen so vorbereiteten Messpunkt aufgesetzt, zeigt das Gerät bereits nach wenigen Sekunden die Messstellentemperatur an. Je größer die Übergangsfläche vom Temperaturfühler zum Messobjekt, desto schneller wird die Messung. Lackierte oder unebene Oberflächen gewährleisten nur mangelhafte Wärmeleitung, was die Temperaturmessung träge macht.

3.3. Messung

Ist die Messstelle vorbereitet und sind die Basiswerte für eine ordnungsgemäß laufende Maschine eingemessen, kann die routinemäßige Überprüfung der Schwingstärke auch durch Personen ohne besondere Qualifikation ausgeführt werden. Die Durchführung der Messung ist sehr einfach:

1. **Messbereich** v (Schwingstärke),
a (Beschleunigung, nur VM13) oder
T (Temperatur, nur VM14) wählen.
2. **Den Beschleunigungsaufnehmer an der Messstelle befestigen oder den Temperaturfühler aufsetzen.**
3. **ON-Taste drücken**
4. **Nach einigen Sekunden hat sich der Messwert stabilisiert und kann abgelesen und notiert werden**

Bei kleinen Eingangssignalen steigt die Einschwingzeit auf einige Sekunden an.

In Extremfällen kann es zur Übersteuerung des Gerätes kommen. Dies äußert sich durch Anzeigeüberlauf (Anzeige: „1 .“). Bei Übersteuerung der Eingangsstufe erscheint das Symbol „ ~ “, kombiniert mit einem ungültigen Messergebnis.

Dieser Fall tritt insbesondere bei Schwingstärkemessung auf, wenn das Signal starke höherfrequente Anteile enthält.

Etwa 2 Minuten nach dem letzten Drücken der Taste ON schaltet sich das Gerät selbst ab.

Wichtig: Lockere Steckverbindungen am Aufnehmerkabel verursachen Störungen.

3.4. Signalausgang (VM12 und VM13)

Das beschleunigungsproportionale und ungefilterte Ausgangssignal des Ladungsverstärkers steht bei den Geräten VM12 und VM13 über eine Signalausgangsbuchse zur Verfügung. Hier kann zum Beispiel ein Frequenzanalysator oder Oszillograf angeschlossen werden. Die Signalausgangsbuchse ist eine 3,5 mm-Klinkenbuchse. Ein passendes Verbindungskabel 3,5 mm / BNC gehört zum Lieferumfang. Der Übertragungsfaktor B_{uq} zwischen Beschleunigungsaufnehmerbuchse und Signalausgang beträgt

- $B_{uq} = 10 \text{ mV/pC}$ beim VM12 und VM13-1
- $B_{uq} = 1 \text{ mV/pC}$ beim VM13-2.

Die Aussteuerbarkeit des Ausgangs ist $\hat{u} > 3 \text{ V}$. Die untere Grenzfrequenz liegt bei 3 Hz. Die obere Grenzfrequenz wird durch den Aufnehmer bestimmt. Der lineare Bereich des mitgelieferten Aufnehmers reicht bis ca. 10 kHz.

Die Empfindlichkeit des Aufnehmers wurde individuell ermittelt und ist im Kapitel „Technische Daten“ eingetragen.

Somit kann die Signal-Ausgangsspannung direkt in Beschleunigungseinheiten umgerechnet werden.

Beispiel:

Empfindlichkeit des Aufnehmers (Wert aus dem Kapitel „Technische Daten“ entnehmen): $B_{qa} = 2,5 \text{ pC/ms}^{-2}$

Spannung am Signalausgang: $U_a = 500 \text{ mV}$

Gerätetyp: VM12
($B_{uq} = 10 \text{ mV(pC)}$)

gemessene Beschleunigung: $a = \frac{U_a}{B_{uq} \cdot B_{qa}}$
 $a = 20 \text{ ms}^{-2}$

4. Batterie

Das Schwingungsmessgerät wird mit einer 9 V-Blockbatterie IEC 6F22 betrieben. Die Betriebsdauer hängt vom Batterietyp ab. Sie liegt zwischen 2000 und 3000 Messungen à 2 Minuten. Die Stromaufnahme im abgeschalteten Zustand liegt in der Größenordnung der Selbstentladung der Batterie.

Die Erschöpfung der Batterie wird rechtzeitig im Display signalisiert durch die Anzeige „BAT“. Die Batterieanzeige spricht bei 7 V an. Bis hinab zu 6,5 V arbeitet das Gerät noch mit weniger als 5 % Messfehler.

5. Kalibrierung

Die Messgenauigkeit im Schwingstärkebereich lässt sich sehr einfach mit einem Schwingungskalibrator, z.B. **VC10** von Metra, überprüfen. Dieser regt den Aufnehmer mit einer definierten Schwingstärke von z.B. 10 mm/s an, womit der Anzeigewert verglichen wird.

Der Abgleich des Beschleunigungsbereiches beim VM13 ist aufwendiger, da oft kein Schwingungserreger zur Verfügung steht, der geeignete Pegel erzeugt. Ersatzweise kann das VM13 auch elektrisch überprüft werden. Dazu verwendet man eine geschirmte Ersatzkapazität, die den Beschleunigungsaufnehmer simuliert und speist über diese ein Generatorsignal in den Ladungseingang ein. Die Abschirmung der BNC-Buchse am VM13 muss mit der Generator-masse verbunden sein. Bild 3 zeigt das Verfahren.

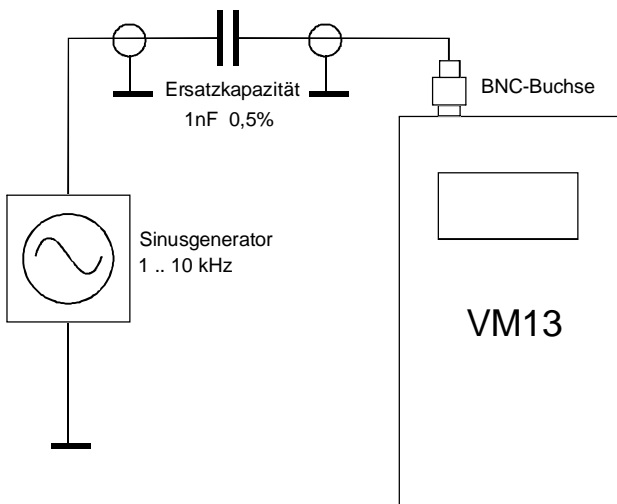


Bild 3: Kalibrierung des Beschleunigungsbereiches beim VM13

Bei Verwendung einer Ersatzkapazität von 1 nF ergibt sich der Zusammenhang: 1 mV Generatorspannung entspricht 1 pC Eingangsladung.

Zu berücksichtigen ist beim elektrischen Abgleich die im Kapitel Technische Daten angegebene Empfindlichkeit des zugehörigen Aufnehmers in pC/ms^{-2} . Besitzt der mitgelieferte Beschleunigungsaufnehmer beispielsweise eine Empfindlichkeit von $2,5 \text{ pC/ms}^{-2}$, so sind 250 mV in die Ersatzkapazität einzuspeisen, um eine Beschleunigung von 100 m/s^2 zu simulieren.

Wichtig: Bitte beachten Sie, dass die Kalibrierung nur mit dem zum Gerät gehörenden Aufnehmer und dem mitgelieferten Temperaturfühler gültig ist. Die Seriennummern finden Sie im Kapitel Technische Daten. Die Seriennummer des Messgerätes ist nach Öffnen des Batteriefaches sichtbar.

Wir empfehlen eine jährliche Überprüfung der Schwingungsmessbereiche.

Metra bietet einen Kalibrierdienst an, wobei Ihr Gerät mit einem PTB-beglaubigten Normal verglichen und mit Kalibrierschein versehen wird.

6. Technische Daten

Messbereiche		
Schwingstärke	0,2 .. 200 mm/s	VM12-1, VM13, VM14
	0,02 .. 20 mm/s	VM12-2
Beschleunigung	0,2 .. 200 m/s ²	VM13-1
	2 .. 2000 m/s ²	VM13-2
Temperatur	-20 .. 150 °C	VM14
Messgenauigkeit	± 5%; ± 2 Digits ± 3 K	Schwingung Temperatur (VM14)
Eingänge	Ladungseingang, BNC-Buchse Temperaturfühleranschluss (VM14)	
Frequenzbereiche		
Schwingstärke	10 .. 1000 Hz nach ISO/DIN/VDI	
Beschleunigung	1 .. 10 kHz (-3 dB-Grenzen)	
Anzeige	3½ stelliges LCD	
Kontrollfunktionen	Übersteuerung, Batterieende	
Signalausgang (VM12, VM13)	beschleunigungsproportional, 10 mV/pC VM12, VM13-1 1 mV/pC VM13-2 Ū _a > 3 V; R _a = 600 Ω; 3,5 mm-Klinkenbuchse	
Batterie	9V Block IEC 6F22; Lebensdauer 2000 .. 3000 Messungen à 2 Minuten	
Arbeitstemperaturbereich	-10 .. 50°C; rel. Luftfeuchte 95 %, ohne Kondensation	
Abmessungen	120 x 60 x 30 mm ³ 120 x 75 x 30 mm ³	VM12, VM13 VM14
Masse mit Batterie, ohne Aufnehmer	ca. 150 g ca. 180 g	VM12, VM13 VM14

Gerätenummer

Nr.

**Beschleunigungs-
aufnehmer:**

Seriennummer

Nr.

Typ

Piezoelektrischer Scheraufnehmer

Empfindlichkeit

..... pC/ms²

Resonanzfrequenz > 28 kHz

Querrichtungsfaktor <5 %

Ankopplung

Haftmagnet,
M5-Stiftschraube,
Tastspitze

Abmessungen

Ø 25 mm, Höhe 55 mm

Masse

ca. 50 g

Kabel

1,5 m störarmes Kabel mit
TNC- und BNC-Stecker

Lieferumfang:

Beschleunigungsaufnehmer,
Haftmagnet,
M5-Stiftschraube,
Schwingungs-Tastspitze,
Temperaturfühler (nur VM14)
störarmes Kabel BNC/TNC,
Messkabel 1,5 m BNC / 3,5 mm Klinken-
stecker (nur VM12, VM13),
Bedienungsanleitung

7. Vorlage für ein Messprotokoll

Auf der folgenden Seite finden Sie eine Tabelle zur turnusmäßigen Registrierung der Schwingstärke-Messwerte an mehreren Punkten einer Maschine. Diese soll Ihnen als Anregung zur Erstellung eigener Messprotokolle dienen.

Der Tabellenkopf enthält die Bezugnahme auf die angewendete Norm. Weiterhin sind eine Protokollnummer, eine Angabe zum Ort der Messung und ein Feld für Bemerkungen vorgesehen.

Das Feld „Maschinengruppe“ enthält die Leistungsklasse der Maschine. Man unterscheidet üblicherweise:

- kleine Maschinen (K) bis 15 kW
- mittlere Maschinen (M) bis 75 kW
- große Maschinen (G) über 75 kW

Durch Vergleich der Messwerte mit den in VDI 2056 angegebenen Schwingstärke-Richtwerten und unter Einbeziehung der Maschinengruppe lässt sich eine überschlagsmäßige Aussage über den Erhaltungszustand der Maschine machen.

Die sich anschließende Tabelle enthält in Zeilenrichtung Raum für 4 Messstellen, jeweils in den 3 Richtungskomponenten horizontal (H), vertikal (V) und axial (A). Die Tabelle bietet Platz für 10 Messwerte pro Messstelle. Der zugehörige Messzeitpunkt wird in der Zeile „Datum“ notiert.

Messprotokoll - Maschinenschwingungen

Effektivwert der Schwinggeschwindigkeit in mm/s
 im Frequenzbereich 10 .. 1000 Hz
 entsprechend VDI 2056 / DIN 45 666 / ISO 10 816

Nr.	Messort:				Maschinengruppe:					
Bemerkungen:										
Datum										
1V										
1H										
1A										
2V										
2H										
2A										
3V										
3H										
3A										
4V										
4H										
4A										

Garantie

Metra gewährt auf dieses Produkt eine Herstellergarantie von **12 Monaten**.

Die Garantiezeit beginnt mit dem Rechnungsdatum.

Die Rechnung ist aufzubewahren und im Garantiefall vorzulegen.

Die Garantiezeit endet nach Ablauf von 12 Monaten nach dem Kauf, unabhängig davon, ob bereits Garantieleistungen erbracht wurden.

Durch die Garantie wird gewährleistet, dass das Gerät frei von Fabrikations- und Materialfehlern ist, die die Funktion entsprechend der Bedienungsanleitung beeinträchtigen.

Garantieansprüche entfallen bei unsachgemäßer Behandlung, insbesondere Nichtbeachtung der Bedienungsanleitung, Betrieb außerhalb der Spezifikation und Eingriffen durch nicht autorisierte Personen.

Die Garantie wird geleistet, indem nach Entscheidung durch Metra einzelne Teile oder das Gerät ausgetauscht werden.

Die Kosten für die Versendung des Gerätes an Metra trägt der Erwerber.

Die Kosten für die Rücksendung trägt Metra.



Konformitätserklärung

Produkte: Schwingungsmessgeräte

Typen: VM12, VM13, VM14

Hiermit wird bestätigt, dass oben
beschriebene Produkte den
folgenden Anforderungen
entsprechen:

- EN 50081-1
- EN 50082-1

Diese Erklärung wird verantwortlich für den Hersteller

Metra Mess- und Frequenztechnik
Meißner Str. 58
D-01445 Radebeul

abgegeben durch
Manfred Weber
Radebeul, 26. September 1997

