

Admittanzmessung bei Stützkonstruktionen

1. Zweckmäßigkeit von Admittanzmessungen als Maßnahme zur Lärm- und Schwingungsbekämpfung

Bei der Aufstellung von Maschinen in Gebäuden sind u. a. die gesetzlichen Bestimmungen des Schallschutzes einzuhalten. Kritische Verhältnisse, wo es leicht zu Überschreitungen der in TGL 10 687/02 (1) fixierten Grenzwerte des Schalldruckpegels kommen kann, liegen oft vor, wenn sich in einem Gebäude außer Maschinenräumen auch Räume mit Ruheanspruch (z. B. Wohn- und Aufenthaltsräume, Büroräume) befinden. Außerdem bestehen Forderungen nach der Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte auch bezüglich der von Maschinen verursachten mechanischen Schwingungen an Arbeitsplätzen (2).

Eine Verminderung der Lärmbelästigung bzw. der Schwingungseinwirkungen in Gebäuden läßt sich in vielen Fällen durch eine ordnungsgemäße Schwingungsisolierung der Störquellen erreichen. Zur Vermeidung der Körperschallanregung ist besonders darauf zu achten, daß die Isolierung nicht nur für die tieffrequenten Haupterregerkomponenten, sondern auch für hörbare Frequenzkomponenten im Bereich bis 1000 Hz wirksam ist. Optimal ist dies nur dann möglich, wenn bei der Auslegung der Schwingungsisolierung sowohl die Schwingungseigenschaften des Aufstellortes von Maschinen als auch die Eigenschaften der Körperschallisolatoren beachtet werden.

Die Maßnahmen zur Schwingungsisolierung lassen sich andererseits auf ein Mindestmaß beschränken, wenn schon im Projektzustand die Körperschallanregung durch Maschinen sowie die Körperschallübertragung und -abstrahlung bekannt sind. An einem Verfahren für die Vorausberechnung der Körperschallanregung von Gebäuden durch Maschinen wird z. Z. gearbeitet.



Für die Bestimmung einzelner Rechengrößen, u. a. auch für die Messung der Körperschallanregbarkeit des Maschinenaufstellortes, liegen bereits Standardentwürfe vor (3), (4).

Die genannten Beispiele zeigen, daß die Kenntnis der Schwingungseigenschaften von Maschinenaufstellorten (z. B. Gebäudedecken, allgemein: Stützkonstruktionen) eine wesentliche Rolle bei der Projektierung von Maßnahmen der Lärm- und Schwingungsabwehr spielt. Dabei wird als Kenngröße für die Schwingungseigenschaften von Stützkonstruktionen zweckmäßigerweise die Punktadmittanz verwendet.

Im folgenden wird dargestellt, wie die Admittanzmessung bei Stützkonstruktionen – der speziellen Meßaufgabe hinsichtlich Aufwand und notwendiger Genauigkeit angepaßt – durchgeführt werden kann.

Die Punktadmittanz h (im folgenden kurz Admittanz genannt, engl.: mobility) ist das Verhältnis der Schwinggeschwindigkeit v eines Kontinuums und der anregenden Kraft F in demselben Punkt:

$$h = \frac{v}{F} \quad (1)$$

$$|h| = \left[\frac{m \cdot s^{-1}}{kg \cdot m \cdot s^{-2}} \right] = \left[s \cdot kg^{-1} \right]; \quad 1 \text{ kg} \cdot m \cdot s^{-2} = 0,102 \text{ kp}$$

Beispiele:

Die Admittanz einer Masse ist $h_m = \frac{1}{j\omega m}$, die Admittanz einer Feder mit der Nachgiebigkeit $n \left(= \frac{1}{c} \right)$ ist $h_n = j\omega n$.

Dabei ist ω die Erregerkreisfrequenz. Im doppellogarithmischen Maßstab (Frequenz-Admittanz-Netz) werden die Admittanz einer Feder durch eine unter 45° ansteigende Gerade und die Admittanz einer Masse durch eine unter 45° abfallende Gerade dargestellt.

Die mechanische Impedanz z ist das Verhältnis von Anregungskraft und angeregter Schwinggeschwindigkeit:

$$z = \frac{F}{v} \quad (2)$$

Wird bei Anregung und Messung nur ein Punkt eines Kontinuums betrachtet, so ist die Impedanz das Reziproke der Admittanz.

Die Methoden der Admittanzmessung bei Stützkonstruktionen lassen sich prinzipiell nach der Art der Anregungskraft unterteilen:

3.1. Admittanzmessung mittels Stoßanregung

Dabei sind möglich:

- Anregung mittels Trittschall-Hammerwerk (5)
- Anregung mittels fallender Kugel, Bestimmung der Admittanz aus der Abklingzeitkonstante (6)
- Anregung mittels fallender Kugel, Bestimmung der Admittanz nach einem Vergleichsverfahren (7)
- Anregung mittels schneller Gleitsinusimpulse (8)

Bei den genannten Verfahren ist festzustellen, daß sich die Meßmethoden hinsichtlich des gerätetechnischen Aufwandes und der erzielbaren Genauigkeit z.T. erheblich unterscheiden. So kann z.B. mit dem Vergleichsverfahren nach (7) das Oktavspektrum der Admittanz von Gebäudedecken mittels einfacher Schwingungsmeßgeräte bestimmt werden. Dieses Admittanzspektrum wäre u. a. für die näherungsweise Berechnung der Körperschallanregung von Gebäuden durch Maschinen zu verwenden (vgl. Abschnitt 5.2.). Die Ermittlung der Phasenbeziehungen zwischen Anregungskraft und angeregter Schwinggeschwindigkeit ist jedoch bei den ersten drei der angegebenen Verfahren nicht möglich. Bei Anregung mittels schneller Gleitsinusimpulse nach (8) ist die Messung des komplexen Admittanzspektrums möglich, wenn u. a. ein spezieller Generator, Mitlauffilter und ein Rechenautomat zur Verfügung stehen.

Ein Vorteil der Admittanzmeßverfahren mittels Stoßanregung ist es, daß die Meßdauer kürzer ist als bei den Verfahren mit stationärer Anregung.

3.2. Admittanzmessung mittels stationärer Anregung

Es kann sowohl mit Bandpaß-Rauschen als auch – zur Bestimmung von Einzelheiten im Admittanzspektrum und zur Messung komplexer Admittanzen – mit sinusförmigen Anregungskräften gearbeitet werden.

Mittels stationärer Anregung lassen sich Admittanzspektren mit der bestmöglichen Genauigkeit bei vertretbarem gerätetechnischen Aufwand ermitteln.

¹⁾ Zur Schreibweise: Komplexe Kenngrößen sowie komplexe Amplituden sinusförmig schwankender Größen werden in dieser Druckschrift durch halbfette Auszeichnung gekennzeichnet.

4. Praktische Durchführung der Admittanzmessung mittels stationärer Anregung

Die Meßvorschrift läßt sich aus der Admittanzdefinition (1) ableiten und in zwei Schritte untergliedern:

- Messung des Effektivwertes der Anregungskraft
- Messung des Effektivwertes der Schwinggeschwindigkeit am Anregungspunkt

Das Verhältnis der beiden Meßgrößen liefert gemäß (1) den Admittanzbetrag. Ist der komplexe Wert der Admittanz gesucht, muß zusätzlich die Phasenbeziehung zwischen Schwinggeschwindigkeit und Anregungskraft bestimmt werden.

4.1. Erzeugung der Anregungskraft

Die regelbare Anregungskraft unterschiedlicher Frequenz wird mit einem elektrodynamischen Schwingungserreger 11076 erzeugt, der über einen Leistungsverstärker LV 102 von einem Sinustongenerator bzw. von einem Rauschgenerator mit vorgeschaltetem Terz-Oktav-Analysator 01003 gespeist wird.

Die Steuerung des Sinustongenerators bzw. des Bandpaßfilters ist abhängig vom Automatisierungsgrad der Meßkette und wird in den Abschnitten 4.2. bis 4.4. noch näher erläutert.

Zur Messung der Anregungskraft wird vom VEB Metra Radebeul die speziell für den Schwingungserreger 11076 entwickelte Kraftmeßdose PF 20 gefertigt. Die Kraftmeßdose wird am Schwingbolzen des Schwingungserregers befestigt und befindet sich bei der Messung zwischen Erreger und Meßobjekt.

Sowohl auf Decken mit aufgegossenem Estrich als auch besonders auf Betondecken, die nur aus den vergossenen Platten bestehen, sind größere Unebenheiten vorhanden. Die Befesti-

gung des Erregers bzw. der am Erreger angebrachten Kraftmeßdose mit einer dünnen Klebwachsschicht ist dann nicht möglich. In diesen Fällen hat sich zum Ankoppeln bei gleichzeitigem Ausgleich der Unebenheiten eine 2–3 mm dicke Schicht aus plastischer Knetmasse bewährt. Bei den Admittanzmessungen auf Gebäudedecken sind die Masse und die Dämpfung der Zwischenschicht und die mitschwingende Masse des Kraftmeßdosenfußes (der sich „hinter“ dem piezoelektrischen Kraftaufnehmer befindet) zu vernachlässigen.

Mit der Körperschallmembran des Schwingungserregers 11076 beträgt die untere Grenze des Arbeitsfrequenzbereiches etwa 20 Hz. Messungen bei noch tieferen Frequenzen (bis ca. 5 Hz) sind möglich, wenn die Körperschallmembran ausgewechselt und zwischen Magnetgehäuse und Schwingbolzen eine Zusatzfeder (Stahlschraubenfeder) angeordnet wird.

4.2. Einfache Meßkette zur Bestimmung des Admittanzbetrages

Bild 1 enthält die Schaltung der erforderlichen Meßgeräte für einen einfachen Fall der Admittanzmessung mittels sinusförmiger Anregungskraft (Verwendung eines Tongenerators, z. B. GF 21) bzw. mittels stationärer Rauschanregung in Terz- oder Oktavbandbreite (Verwendung des Rauschgenerators 03002 mit Oktavfilter 01016 bzw. Terz-Oktavanalysator 01003).

Die Kraftmeßdose besitzt einen piezoelektrischen Wandler. Der Betrag der Erregerkraft kann bei entsprechender Kalibrierung (ähnlich wie bei piezoelektrischen Beschleunigungsaufnehmern)

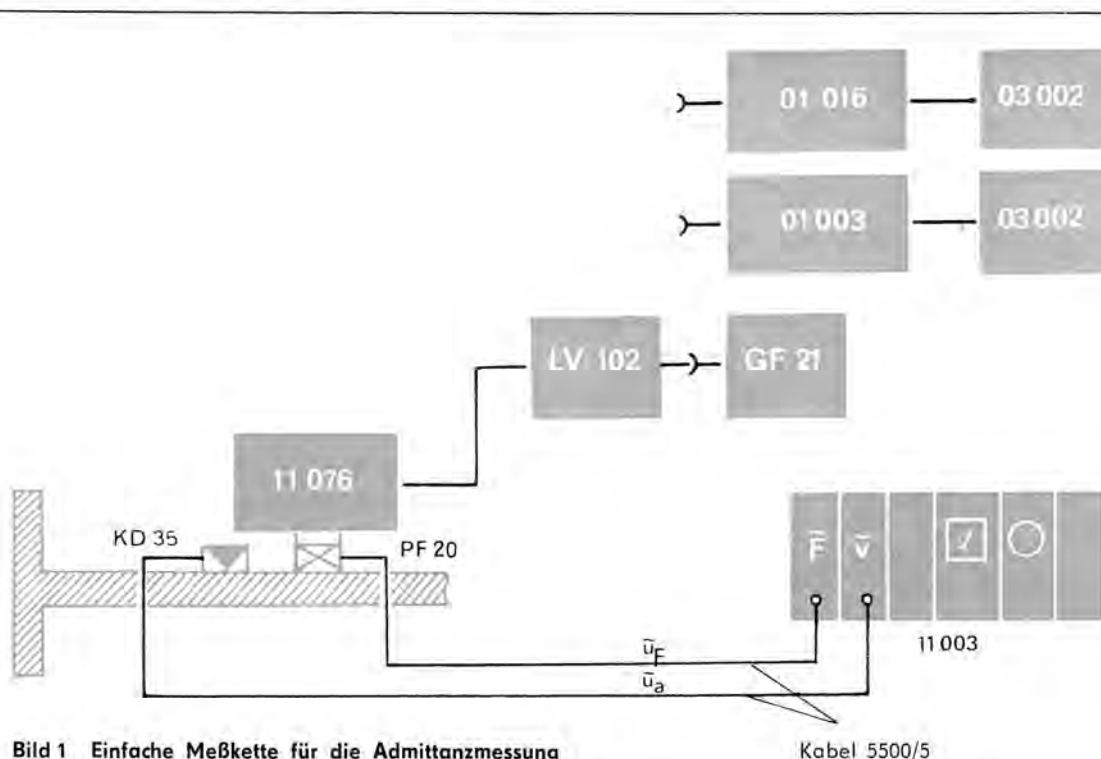


Bild 1 Einfache Meßkette für die Admittanzmessung

Kabel 5500/5

am Meßinstrument des Schwingungsmeßgerätes 11003 abgelesen werden. Erfahrungsgemäß reichen Erregerkräfte von $1 \dots 3 \text{ kp}$ aus, um selbst auf kompakten Stützkonstruktionen meßbare Schwingungsamplituden zu erzeugen. Wird die Erregerkraft bei allen Meßfrequenzen durch Nachregeln am Leistungsverstärker LV 102 konstant gehalten, so ist nach Gl. (1) die ebenfalls mit dem Schwingungsmeßgerät 11003 gemessene Schwinggeschwindigkeit der gesuchten Admittanz direkt proportional. Das von einem Beschleunigungsaufnehmer gelieferte Meßsignal muß dabei elektrisch integriert werden.

In den Fällen, wo das integrierte Meßsignal im Störpegel liegt, ist es ratsam, die Schwingbeschleunigungen zu messen. Das nachträgliche Umrechnen auf die Schwinggeschwindigkeit v erfolgt für die einzelnen Terz- bzw. Oktavmittelfrequenzen nach der Beziehung $v = \frac{a}{\omega}$,

4.3. Meßkette zur Bestimmung der komplexen Admittanz

Die Messung der Admittanz von Stützkonstruktionen nach Betrag und Phase erfolgt bei sinusförmiger Anregung. Bild 2 zeigt den erforderlichen Meßplatz, der eine Erweiterung der in Bild 1

dargestellten einfachen Meßkette darstellt. Die Bestimmung des Admittanzbetrages erfolgt wie im Abschnitt 4.2. bereits erläutert wurde.

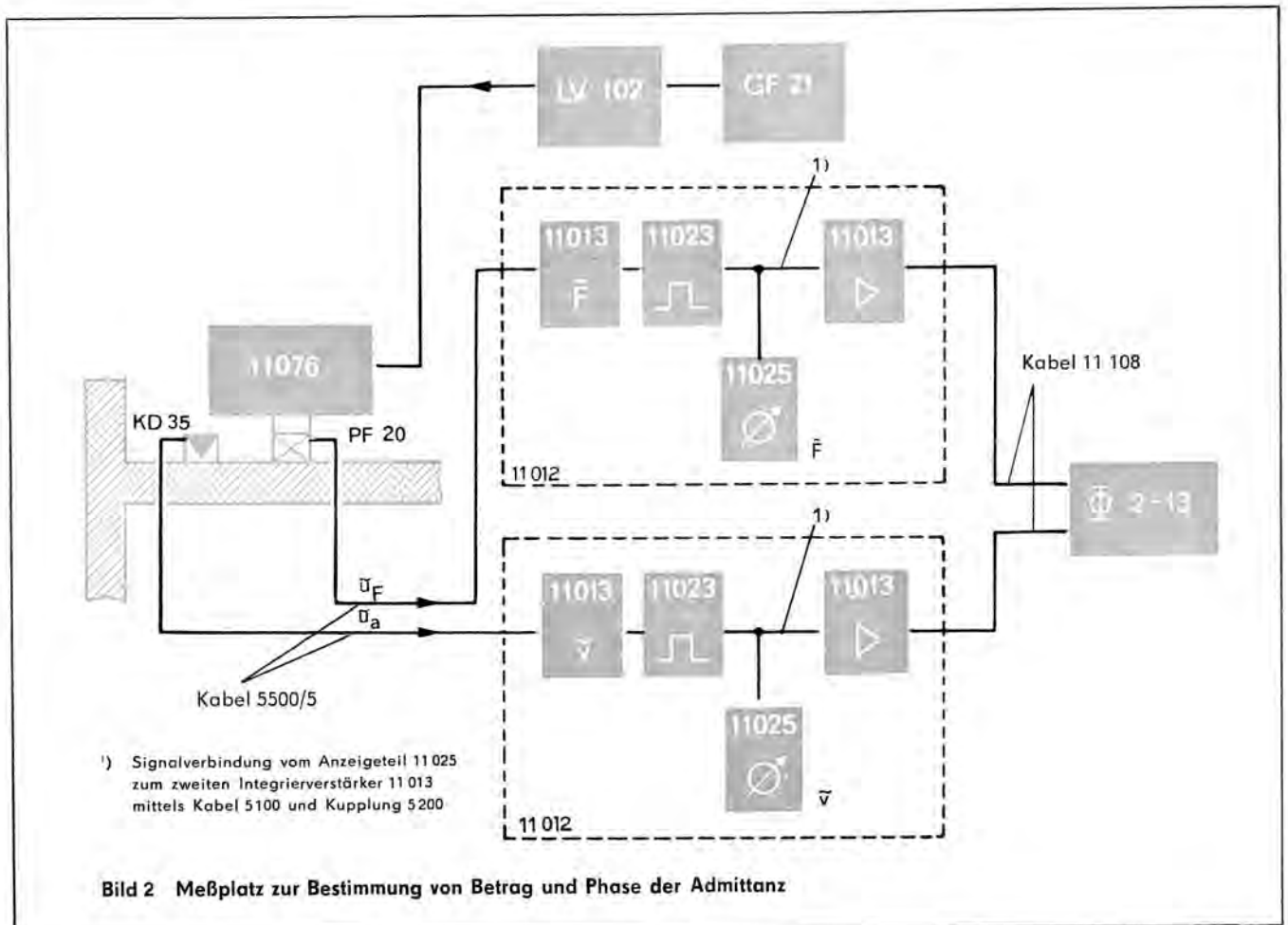
Die Messung des Phasenwinkels erfolgt mit dem Phasemesser F 2-13.¹⁾ Dabei müssen sowohl das von der Kraftmeßdose als auch das vom Schwingungsaufnehmer gelieferte Meßsignal schmalbandig gefiltert werden. Die den beiden Filtern nachgeschalteten Meßverstärker liefern – wenn sie auf maximale Ausgangsspannung eingestellt sind – die für den Phasemesser notwendige Eingangsspannung von $\bar{u} \geq 1 \text{ V}$.

Statt der im Bild 2 eingezeichneten Stoßanalysatoren 11023, die als Schmalbandanalysatoren betrieben werden, können auch Schmalbandanalysatoren 11163 vorteilhaft eingesetzt werden.

¹⁾ kann auch mit dem PM 102 erfolgen

4.4. Automatische Meßketten zur Ermittlung der Admittanz

Bei der automatischen Meßkette zur Admittanzmessung mit sinusförmigen Erregerkräften (Bild 3a) wird der Tongenerator durch einen Schwebungsgenerator 03000 ersetzt. Der eingebaute Kompressorverstärker des Schwebungsgenerators regelt die Erregerkraft konstant. Somit läßt sich aus dem vom Pegel-

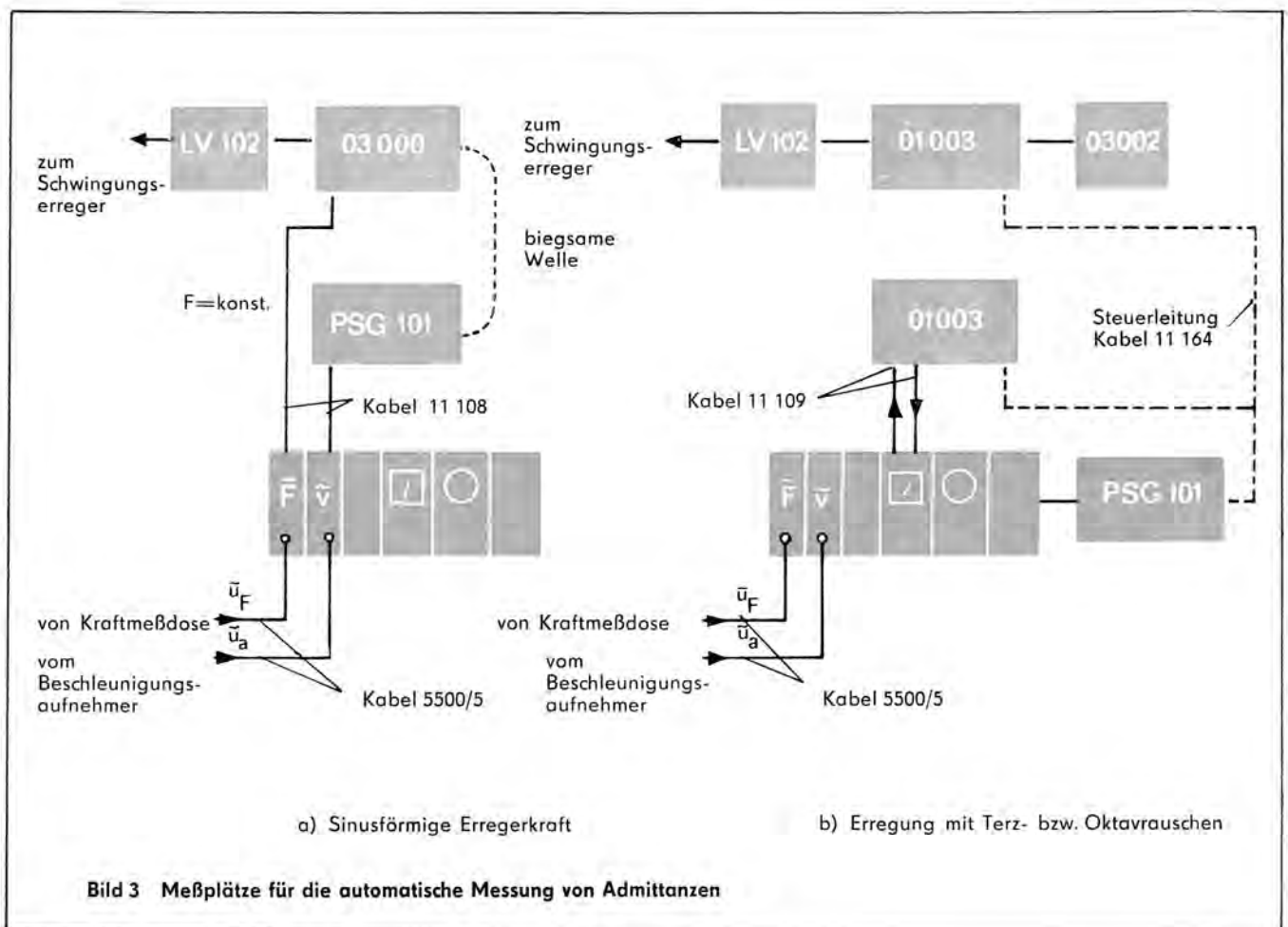


schreiber PSG 101 aufgezeichneten Pegel der Schwinggeschwindigkeit bei entsprechender Kalibrierung unmittelbar die Admittanz ablesen.

Der Schwebungsgenerator wird mittels biegsamer Welle vom Pegelschreiberantrieb kontinuierlich durchgestimmt. Meßfehler können auftreten, wenn die Geschwindigkeit der Frequenzänderung zu hoch gewählt und damit die Resonanzen der zu untersuchenden Stützkonstruktion zu schnell durchlaufen werden. Man erhält zu kleine Werte der Resonanzamplituden und Verschiebungen der Eigenfrequenzen. Die Fehler für die Verlagerung der Resonanzfrequenz bzw. für die Resonanzamplitude bleiben jedoch kleiner als 1 % bzw. 5 %, wenn die Frequenzänderungsgeschwindigkeit 1 Oktave/Minute oder weniger beträgt. Für diesen Fall müssen am Pegelschreiber PSG 101 z. B. folgende Werte eingestellt werden:

	Papier- vorschub	Wellen- abtrieb	Länge des Pegelschriebes
Variante 1	0,3 mm · s ⁻¹	3,6 min ⁻¹	15 mm/Oktave
Variante 2	1,0 mm · s ⁻¹	3,6 min ⁻¹	50 mm/Oktave

Soll die Admittanzmessung mit Rauschanregung in Terz- oder Oktavbreite erfolgen, so ist die Meßkette gemäß Bild 3b zu verwenden. Die beiden Terz-Oktav-Analysatoren für die Filterung des Erreger- und des Meßsignals werden vom Pegelschreiber PSG 101 gleichzeitig geschaltet. Vor Beginn der Messung ist zu prüfen, ob in der Betriebsart „Rosa Rauschen“ des Rauschgenerators 03002 die Erregerkraft in Terz- bzw. Oktavbandbreite im zu untersuchenden Frequenzbereich konstant bleibt (Pegelschrieb der Erregerkraft). Bei Gebäudedecken z. B. ist für $f > 100$ Hz mit der Meßapparatur nach Bild 3b konstante Erregerkraft zu erwarten. Ist dies jedoch infolge ausgeprägter Eigenfrequenzen der zu untersuchenden Struktur nicht der Fall, dann ist das vom Pegelschreiber aufgezeichnete Spektrum der Schwinggeschwindigkeit auf die tatsächliche Erregerkraft zu beziehen, um das Admittanzspektrum zu erhalten.



5. Anwendungsbeispiele

5.1. Schwingungsisolierung im akustischen Frequenzbereich

Die Wirksamkeit der geplanten Schwingungsisolierung einer Maschine läßt sich durch das Verhältnis der mit und ohne Schwingungsisolatoren in den Aufstellort eingespeisten Erregerkräfte (F_{mit} , F_{ohne}) ausdrücken (9):

$$\left| \frac{F_{mit}}{F_{ohne}} \right| = \left| \frac{h_M + h_D}{h_M + h_D + h_I} \right| \quad (3)$$

h_M — Admittanz der Maschine

h_D — Admittanz des Aufstellortes
(z. B. Gebäudedecke)

h_I — Admittanz der Schwingungsisolatoren

Die Notwendigkeit der Admittanzmessung ergibt sich aus der Rechenvorschrift nach Gleichung (3). Dabei kann man in einem bestimmten Frequenzbereich, wo keine Eigenfrequenzen der Maschine bzw. der Schwingungsisolatoren auftreten, die Näherungen

$$h_M = \frac{1}{j\omega m_M} \quad \text{und} \quad h_I = j\omega n_I \quad (4)$$

für die Maschinenadmittanz (m_M = Maschinenmasse) und die Admittanz der Schwingungsisolatoren (n_I = Nachgiebigkeit der Isolatoren) verwenden. **Die Admittanz des Aufstellortes h_D sollte aber – vor allem, wenn bei speziellen Deckenkonstruktionen noch keine Erfahrungen über den Admittanzverlauf vorliegen – meßtechnisch ermittelt werden.** Gleichung (3) muß nicht nur bei Baukonstruktionen, sondern z. B. auch bei elastischen Motoraufhängungen und körperschallisolierten Maschinenlagerungen in Schiffen beachtet werden.

5.2. Vorausberechnung der Körperschallanregung von Gebäuden

Folgende Gleichung gibt den Zusammenhang zwischen der auf einem Prüffundament (Admittanz h_F) gemessenen Schwinggeschwindigkeit v_F und der am Aufstellort (Admittanz h_D) einer (nicht schwingungsisolierten) Maschine (h_M) zu erwartenden Schwinggeschwindigkeit \tilde{v}_D (10):

$$\tilde{v}_D = \left| \frac{h_D (h_M + h_F)}{h_F (h_M + h_D)} \right| v_F \quad (5)$$

Unter Berücksichtigung der Körperschallausbreitung und -abstrahlung und der maximal zulässigen Schalldruckpegelwerte in angrenzenden Aufenthaltsräumen können aus dem Rechenergebnis Schlußfolgerungen für die Notwendigkeit einer Körperschallisolierung der betrachteten Maschine gezogen werden.

Aus praktischen Gründen kann man bei der Rechnung nach Gleichung (5) näherungsweise die Beträge der Admittanzen verwenden.

Während für kompakte Maschinen und für das Prüffundament gemäß

$$h_M = \frac{1}{j\omega m_M} \quad \text{und} \quad h_F = \frac{1}{j\omega m_F} \quad (6)$$

Massenadmittanzen angenommen werden können, ist für die Anwendung des Verfahrens die Messung der Admittanz des Aufstellortes – zumindest in Terzbandbreite – aus den im Abschnitt 5.1. bereits angegebenen Gründen notwendig.

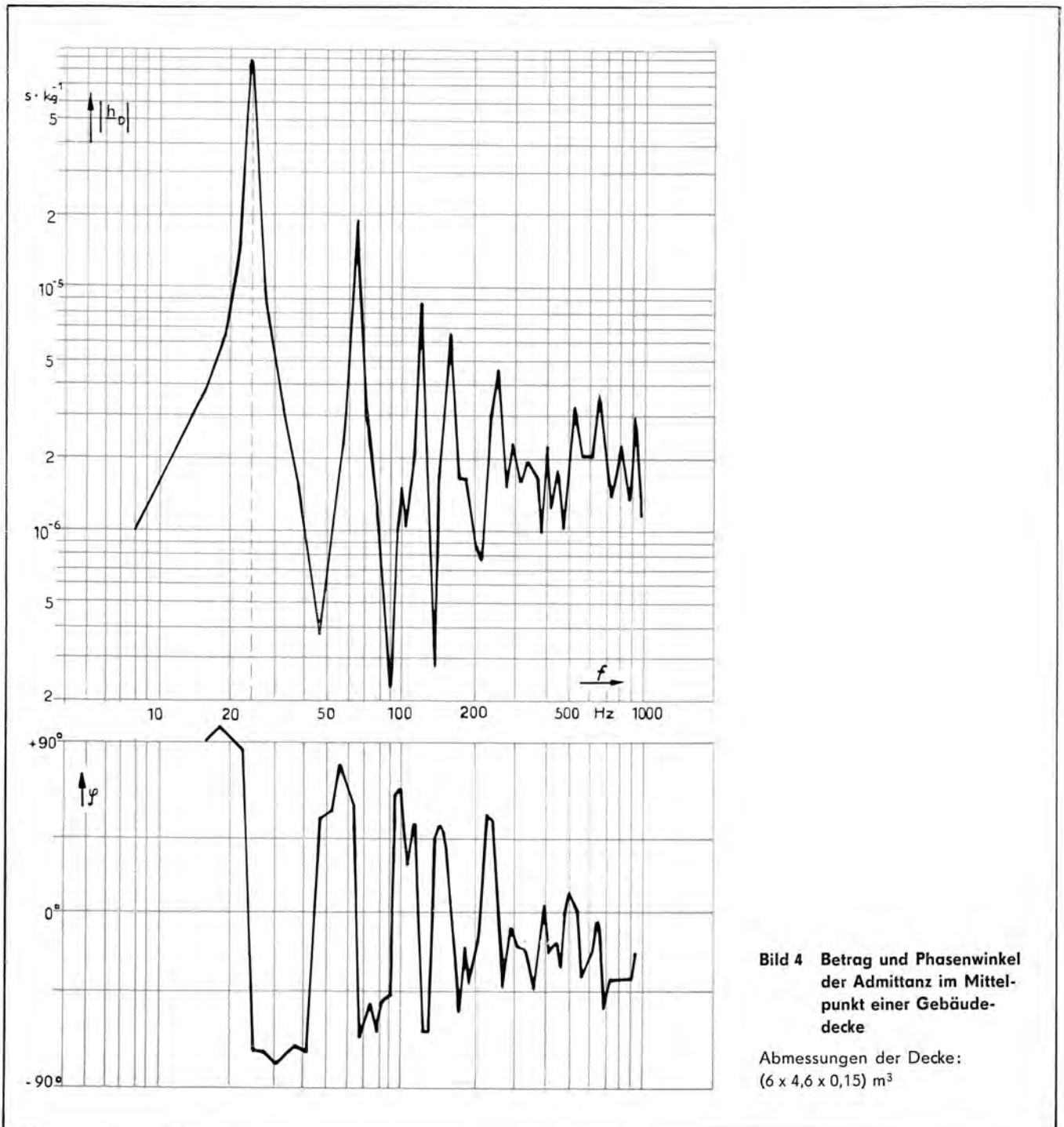
5.3. Prüfung von Schwingungsisolatoren

Bei der Prüfung der Schwingungsisolatoren wird nicht unmittelbar die Admittanz der Federn, sondern deren Nachgiebigkeit bzw. die Federkonstante bestimmt. Praktische Verfahren (Einbau des zu untersuchenden Isolators in ein Ein- oder Zweimassensystem) verwenden jedoch die gleiche Meßapparatur wie bei Admittanzmessungen auf Stützkonstruktionen (11).

6. Praktische Ergebnisse der Admittanzmessung auf Gebäude- decken

Im Bild 4 sind der Betrag und der Phasenwinkel der Admittanz einer Gebäudedecke in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt. Es handelt sich dabei um eine isotrope Decke aus vergossenen Deckenplatten mit Hohlräumen kleiner Querschnitte. Die Ergebnisse wurden mit der in Bild 2 dargestellten Meßkette gewonnen. Die Erregerkraft betrug 1 kp.

Besonders ausgeprägt ist das Admittanzmaximum bei der Grundeigenfrequenz der Decke ($f_{01} = 24 \text{ Hz}$). Bei dieser Frequenz ist also die Decke besonders nachgiebig. Bei höheren Frequenzen, wo sich infolge der Strukturdämpfung keine deutlichen Resonanzstellen ausbilden können, schwankt der Admittanzbetrag um einen konstanten Mittelwert.



Der Verlauf des Phasenwinkels korrespondiert mit dem Frequenzgang des Admittanzbetrages. So charakterisiert z. B. ein aufsteigender Ast der Admittanzkurve die Federwirkung der Decke. Bei Federn ist aber der Phasenwinkel der Admittanz gleich $+90^\circ$. In den Eigenfrequenzen dagegen ist die Phasen-

verschiebung zwischen Schnelle und Erregerkraft gleich 0° . Bei höheren Frequenzen werden die Schwankungen des Phasenwinkels geringer, was ebenfalls eine Folge der Struktur-dämpfung ist.

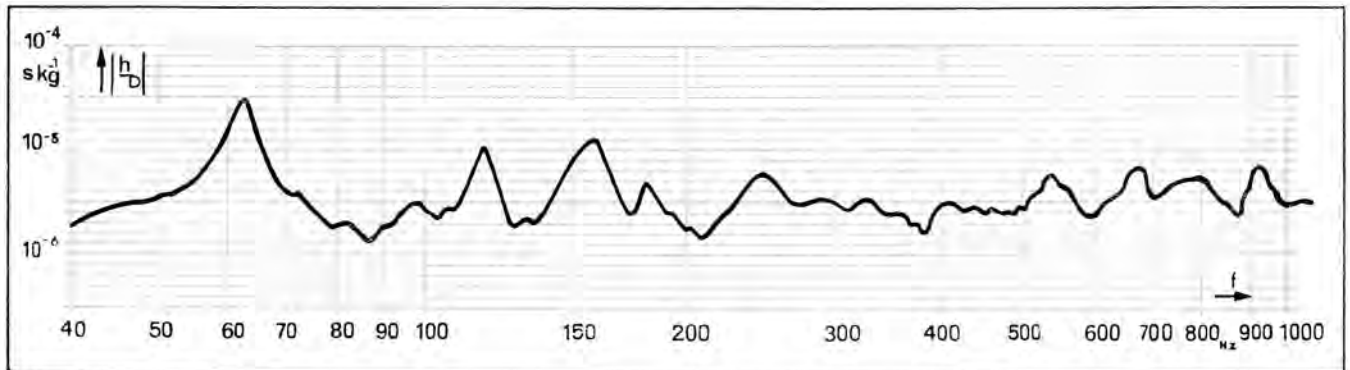


Bild 5 Betrag der Admittanz einer Gebäudedecke, gemessen mit Meßplatz nach Bild 3a

Ein Beispiel für einen Pegelschrieb des Admittanzbetrages einer Gebäudedecke zeigt Bild 5. Verwendet wurde in diesem Fall der im Bild 3a dargestellte Meßplatz (Papiervorschub: $1 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$; Wellenabtrieb: $3,6 \text{ min}^{-1}$). Die Erregerkraft betrug 1 kp . Es handelt sich um eine Decke in einem Wohngebäude (Plattendicke: 150 mm , Fläche: 22 m^2).

Bild 6 zeigt schließlich einen Vergleich von Admittanzspektren, die auf einer Decke in einem Wohngebäude (Plattendicke:

140 mm , Fläche: 18 m^2) mit Erregerkräften unterschiedlicher Zeitfunktion gemessen wurden. Während bei sinusförmiger Erregerkraft alle Extremwerte im Admittanzverlauf erfaßt werden, liefert die Erregung mit Terzrauschen nur angenähert das tatsächliche Admittanzspektrum. Bei der Erregung mit Oktavrauschen gehen weitere Einzelheiten des exakten Admittanzverlaufes verloren. Diese Tatsache ist zu beachten und die Art der Erregerkraft (vgl. Abschnitte 5.1. bis 5.3.) für jede Meßaufgabe entsprechend der geforderten Genauigkeit festzulegen. Zahlreiche Admittanzmessungen auf Gebäudedecken – sowohl im Wohnungs- als auch im Industriebau – wurden in den letzten Jahren beim Zentralinstitut für Arbeitsschutz Dresden, Leitstelle für Lärm- und Schwingungsabwehr durchgeführt. Die Messungen waren einerseits zur Abschätzung der Wirksamkeit von Körperschallisolierten Maschinenaufstellungen (vgl. Abschnitt 5.1.) sowie für die praktische Durchführung der Körperschallvorausberechnung (vgl. Abschnitt 5.2.) notwendig. Andererseits dienten experimentelle Untersuchungen zur systematischen Erfassung der Schwingungseigenschaften von unterschiedlichen Deckentypen.

Mit ähnlichen Zielstellungen erfolgen bei der Bauakademie der DDR, Themenkollektiv Schallschutz und beim Rundfunk- und Fernseh-technischen Zentralamt Berlin Admittanzmessungen auf Gebäudedecken. Auch einzelne Maschinenhersteller (z. B. Klimageräteindustrie) gehen dazu über, im Rahmen der genannten Rechenverfahren Admittanzmessungen selbst durchzuführen.

Nach der Verbindlichkeitserklärung der z. Z. in Bearbeitung befindlichen Standards (3) und (4) werden Admittanzmessungen auf Stützkonstruktionen in noch stärkerem Maße erforderlich sein und von den meßtechnischen Abteilungen der Industrie und von Projektierungsbüros selbst durchgeführt werden müssen.

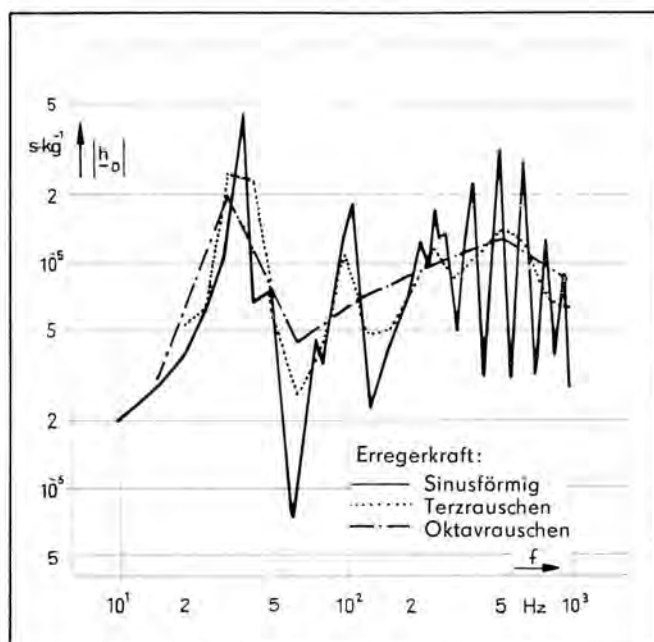


Bild 6 Spektren des Betrages der Admittanz einer Gebäudedecke in Abhängigkeit von der Zeitfunktion der Erregerkraft

7. Zusammenstellung der Meßgeräte

8. Meßgeräte und Zubehör für die Meßplätze gemäß Bild 1...3

VEB RF-Multimeßtechnik Otto Siedler Dresden

Elektrodynamischer Schwingungserreger	11076 (ESE 211)
Schwingungsmeßgerät	11003 (SM 231)
Bausteingehäuse	11012 (BG 401)
Integrierverstärker	11013 (SM 10)
Anzeigeteil	11025 (SM 40)
Oszilloskop	11028 (SM 50)
Speiseteil	11031 (SM 61)
Stoßanalysator	11023 (SM 30)
Schmalbandanalysator	11163 (SM 32)
Terz-Oktav-Analysator	01003 (TOA 101)
NF-Rauschgenerator	03002 (NRG 201)
Oktavfiler	01016
Schwebungsgenerator	03000 (SG 201)
Kabel	11108 (ZL 183)
Kabel	11109 (ZL 184)
Kabel	11164 (ZL 186)

VEB Messerwerke Dresden

Pegelschreiber PSG 101

VEB Frequenzlabor Dresden

NF-Sinusgenerator GF 21

VEB Hoch-Mess- und Versuchstechnik Dresden

Leistungsverstärker	LV 102
Kraftmeßdose	PF 20
Piezoelektrischer Beschleunigungsaufnehmer	KD 35
Kabel	5500/5 und 5100
Kupplung	5200

VEB

Phasenwinkelmesser F 2 - 13

Die Gerätetechnik wurde durch das Laborgerätesystem Schwingungstechnik und Akustik abgelöst.

Siehe Vergleichsliste im Anhang.

	Bild 1	Bild 2	Bild 3	
			a)	b)
11076 (ESE 211)	x	x	x	x
11003 (SM 231)	x		x	x
11012 (BG 401)		2 x		
11013 (SM 10)		4 x		
11025 (SM 40)		2 x		
11028 (SM 50)		2 x		
11031 (SM 61)		2 x		
11023 (SM 30)		2 x ¹⁾		
11163 (SM 32)		(2 x) ¹⁾		
01003 (TOA 101)	x			2 x
03002 (NRG 201)	x x			x
01016	x			
GF 21	x	x		
11108 (ZL 183)		2 x	2 x	
11109 (ZL 184)				2 x
PSG 101			x	x
11164 (ZL 186)				x
03000 (SG 201)			x	
LV 102	x	x	x	x
PF 20	x	x	x	x
KD 35	x	x	x	x
5500/5	2 x	2 x	2 x	2 x
5100		2 x		
5200		2 x		
F 2 - 13		x		

(Geräteverbindungen, die in den Bildern 1..3 nicht gesondert bezeichnet wurden, sind entweder im Lieferumfang der Geräte enthalten oder es werden einpolige Schaltschnüre verwendet.)

¹⁾ wahlweise 2 Stoßanalysatoren 11023 oder 2 Schmalbandanalysatoren 11163 verwenden

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.**

Bezeichnung alt	Typ	Bezeichnung neu	Typ
Schwingungsmessgerät SM 231	11 003	Schwingungsmessgerät mit: Integrierverstärker Anzeigeteil Oszilloskop Netzteil Gehäuse	00 033 00 028 02 036 02 050 04 024 04 012
Signalgenerator Schwebungsgenerator	GF 21 03 000	Signalgenerator + Regel- Anzeigeteil	03 005 02 037
Terz-Oktav-Analysator	01 003	Terz-Oktav-Filter Anzeigeteil	01 018 02 036
Schmalbandanalysator	01 002	Schmalbandfilter + Anzeigeteil	01 013 02 036
Pegelschreiber PSG 101	02 013	Pegelschreiber	02 060
NF-Rauschgenerator	03 002	Rauschgenerator	03 004

9. Standard- und Literaturverzeichnis

- (1) TGL 10687/02 Schallschutz, Zulässiger Lärm
 - (2) TGL 22312/02 Arbeitshygiene, Wirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen, Grenzwerte für Ganzkörperschwingungen
 - (3) TGL 10688/10 Meßverfahren der Akustik, Meßverfahren zur Bestimmung der Körperschallerregung durch Maschinen, Entwurf Mai 1973 (Gründruck)
 - (4) TGL 10688 Meßverfahren der Akustik, Eingangsdmittanz von Gebäudedecken und Wänden, Entwurf Januar 1974
 - (5) CREMER, L. und HECKL, M.: Körperschall
Springer-Verlag 1967, S. 237/238
 - (6) CREMER, H. und L.: Theorie der Entstehung des Kopfschalls
Frequenz, Bd.2, März 1948, Nr.3
 - (7) TUKKER, J. C.: Application of a Measuring Method for the Dynamical Behaviour of Building Structures
Applied Acoustics 5 (1972) Nr. 4, S. 245 ... 264
 - (8) HOLMES, P. J. und WHITE, R. G.: Data Analysis Criteria and Instrumentation Requirements for the Transient Measurement of Mechanical Impedance
J. Sound Vibr. 1972 (25) H. 2, S. 217 ... 243
 - (9) MELTZER, G.: Schwingungsisolierung im akustischen Frequenzbereich
Wiss. Zeitschr. der TH Karl-Marx-Stadt
14 (1972) H. 2
 - (10) MELTZER, G.; MELZIG-THIEL, R.; STEFFEN, F.: Messung und Vorausberechnung der Körperschallanregung von Gebäuden durch Maschinen.
Schriftreihen der Bauforschung, Reihe Technik und Organisation, Heft 61, 1974
 - (11) EXNER, M.-L.: Schalldämmung durch Gummi- und Stahlfedern
Acustica 1952, S. 213 ... 221
-

rationell
messen
prüfen
automatisieren

Unser Liefer- und Leistungsprogramm

- Geräte der Analysen- und Strahlungsmeßtechnik
- Radiometrische Meßverfahren für den industriellen Einsatz
- Geräte der Schall- und Schwingungsmeßtechnik
- Fehlerortungsgeräte für Kabel und Leitungen
- Geräte zur Messung mechanischer Größen

Projektierung, Applikation und Sonderbau

Herausgeber: VEB RFT Meßelektronik „Otto Schön“
Dresden, Abt. Werbung und Messen
Autor: Dipl.-Phys. R. Melzig-Thiel
Zentralinstitut für Arbeitsschutz Dresden

Herstellung: DEWAG DRESDEN, FK 7
Regie: Hörnig, Grafik: Süß

Im Interesse der technischen Weiterentwicklung behalten wir uns Abweichungen von den genannten technischen Daten und Abbildungen sowie Beschreibungen vor.

Anfragen wollen Sie bitte unter der Druckschriften-Nr. 03-37-02-06-01-02/010 d an uns richten, damit wir Sie über den neuesten Stand unserer Erzeugnisse unterrichten können.