



# VERLUSTFAKTOR-MESSBRÜCKE

für Kondensatoren und Isoliermaterialien



Verlustfaktormessbrücke VKB mit Zusatzgeräten:

- |                                    |                             |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 1 Großes Flüssigkeitsmeßgefäß KMFG | 4 Schutzringkondensator KMT |
| 2 Drahtmeßzusatz KMD               | 5 Flüssigkeitsmeßgefäß KMF  |
| 3 VKB-Zusatzgerät                  |                             |

**Gesamtmeßbereich des Verlustfaktors ( $\tan \delta$ )  
mit VKB-Zusatzgerät**

$1 \cdot 10^{-4} \dots 0,3$   
bis 1,4

**Gesamtmeßbereich der Kapazität**

10 pF ... 1  $\mu$ F

**Meßfrequenzbereich**

50 Hz ... 300 kHz

## Aufgaben und Anwendung

Die Verlustfaktor-Meßbrücke VKB mißt Verlustfaktoren und Kapazitäten beliebiger Kondensatoren zwischen 10 pF und 1 µF. Ein besonderes Aufgabengebiet ist die Untersuchung von Isolierstoffen. Es können die Dielektrizitätskonstante und der Verlustwinkel eines festen oder flüssigen Stoffes gemessen werden. Aus dem Frequenz- und Temperaturgang des Verlustwinkels lassen sich wichtige Schlüsse auf den molekularen Aufbau des untersuchten Stoffes ziehen. Oft stellt auch die Verlustfaktormessung das einfachste Verfahren dar, um bei der Fabrikation den Ausfall bestimmter elektrischer und vor allem auch mechanischer Eigenschaften zu überwachen. In Verbindung mit einem Thermostaten kann der Einfluß der Temperatur auf die Größen  $\tan\delta$  und  $\epsilon$  bestimmt werden.

Für Messungen der Verlustfaktoren von festen und elastischen Isolierstoffen, Flüssigkeiten und Isolierschichten an Drähten und Bändern sowie für das Bestimmen besonders großer Verlustfaktoren bis zu  $\tan\delta$ -Werten über 1 stehen geeignete Zusatzgeräte zur Verfügung.

## Arbeitsweise und Aufbau

Die Verlustfaktor-Meßbrücke VKB gehört zur Gruppe der Schering-Brücken. Die Meßspannung wird der Brücke über einen geschirmten Übertrager zugeführt, wodurch der Brückenabgleich von den Erdungsverhältnissen der Spannungsquelle unabhängig wird. Zwei Drehkondensatoren, von denen der eine in Kapazität, der andere in Verlustfaktor  $\tan\delta$  geeicht ist, dienen zum Nullabgleich. Der Meßgegenstand liegt zwischen zwei konzentrisch geschirmten, mit Steckern abgeschlossenen Meßkabeln. Mit dem Meßbereich wird auch das Brückenverhältnis umgeschaltet und gleichzeitig der für den jeweiligen Bereich besonders bemessene Übertrager an den Eingang gelegt. Die Kapazität des Prüflings gegen Erde geht nicht fälschend in die Messung ein. Dies ermöglicht bei Benutzung eines Schutzringkondensators einwandfreie Verlustfaktorbestimmung. Die übersichtliche Anordnung der Bedienungsknöpfe auf der Frontplatte in Verbindung mit einer sinnvollen Beschriftung erleichtert die Handhabung weitgehend, und es können auch ungeschulte Kräfte einwandfreie Messungen ausführen. Durch mechanisch soliden und spannungsfreien Aufbau und die Verwendung von Leichtmetallgußteilen wird die Konstanz der Eichung selbst bei starker Beanspruchung dauernd gewährleistet.

Die Verlustfaktor-Meßbrücke VKB ist in ein widerstandsfähiges Stahlblechgehäuse mit Deckel eingebaut (Frontplattengröße 450 × 240 mm). Zum Einbau in das R&S-Meßgestell 450 oder mit Zwischenplatte in ein Normgestell (520) DIN 41 490 wird der Kasten durch eine Abdeckhaube ersetzt.

## Technische Daten

Verlustfaktor-Meßbereich (abhängig von der Meßfrequenz und von der Kapazität, siehe Tabelle)

Meßfrequenz	Kapazität	Verlustfaktor in Einheiten von $10^{-4}$	Kapazität	Verlustfaktor in Einheiten von $10^{-4}$
50 ... 60 Hz	10 ... 1000 pF	1 ... 500	1000 pF ... 1 µF	5 ... 50
350 Hz	10 ... 1000 pF	35 ... 2000	1000 pF ... 1 µF	35 ... 350
1 kHz	10 ... 1000 pF	10 ... 1000	1000 pF ... 1 µF	10 ... 1000
2 kHz	10 ... 1000 pF	20 ... 2000	1000 pF ... 0,5 µF	20 ... 200
3,5 kHz	10 ... 1000 pF	35 ... 2000	1000 pF ... 0,28 µF	35 ... 350
5 kHz	10 ... 1000 pF	5 ... 900	1000 pF ... 0,2 µF	50 ... 500
10 kHz	10 ... 1000 pF	10 ... 1000	1000 pF ... 0,1 µF	100 ... 1000
35 kHz	10 ... 1000 pF	35 ... 2000		
100 kHz	10 ... 1000 pF	10 ... 1000		
300 kHz	10 ... 1000 pF	30 ... 3000		

Der Verlustfaktor-Meßbereich läßt sich durch die Verwendung des VKB-Zusatzgerätes bis auf  $\tan\delta \approx 1$  erweitern.

Fehlergrenzen der Verlustfaktor-Messung

bei C 10 ... 1000 pF, f 50 Hz ... 300 kHz . . . . .  $\pm 3\% \pm 0,5$  Skt.

bei C 1000 pF ... 1 µF, f 50 Hz ... 10 kHz . . . . .  $\pm 5\% \pm 1$  Skt.

Fehlergrenzen der Kapazitäts-Messung

bei  $\tan\delta$  unter  $10^{-2}$  . . . . .  $\pm 1\% \pm 1$  pF

bei  $\tan\delta$  über  $10^{-2}$  . . . . .  $\pm 2\% \pm 1$  pF

Eingang . . . . .	HF-Buchse 4/13, umrüstbar <sup>1)</sup>
Eingangsspannung . . . . .	maximal 40 V bei einem Innenwiderstand der Spannungsquellen von $\geq 600 \Omega$
Bei Vertauschen von Ein- und Ausgang . . . . .	max. 250 V
Eingangswiderstand	
im Bereich $B = 10^{-2}$ . . . . .	$> 2 \text{ k}\Omega$
im Bereich $B = 10^{-3}$ . . . . .	$2 \text{ k}\Omega$
in den übrigen Bereichen . . . . .	$1 \text{ k}\Omega$
Ausgang . . . . .	HF-Buchse 4/13, umrüstbar <sup>1)</sup>
Ausgangsspannung bei verstimmter Brücke . . . . .	max. 100 V
Anschluß an das Meßobjekt . . . . .	2 HF-Kabel mit HF-Stecker 4/13
Anschluß für den VKB-Zusatz . . . . .	HF-Buchse 4/13, umrüstbar <sup>1)</sup>
Abmessungen . . . . .	470 × 271 × 261 mm (R&S-Normkasten Größe 46)
Gewicht . . . . .	15 kg

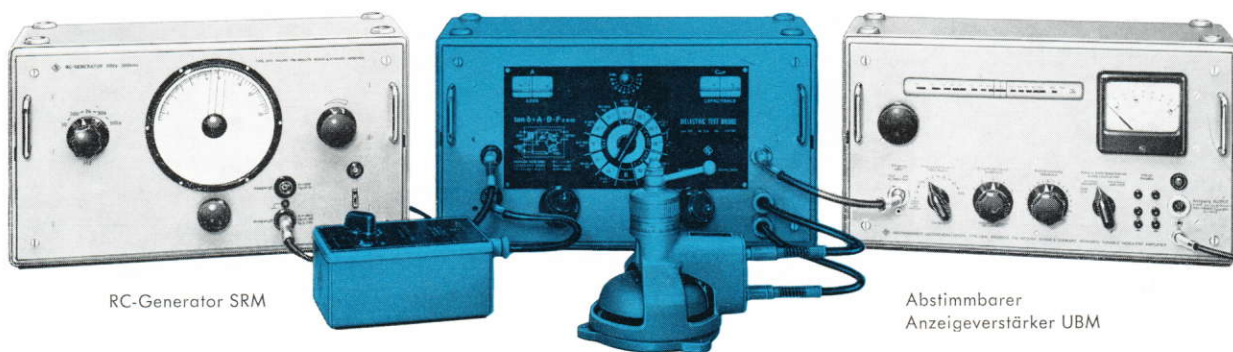
**Bestellbezeichnung** . . . . . ► Verlustfaktormeißbrücke VKB BN3520

**Mitgeliefertes Zubehör** (im Gerätepreis eingeschlossen)

- 2 Verlängerungsstecker FS 856 für die Kabelinnenleiter
- 1 Klemmschelle FZ 423

**Empfohlene Ergänzungen** (gesondert zu bestellen)

- 2 HF-Verbindungskabel  $60 \Omega$ , 50 cm lang, BN 9111 406/50 und  
60  $\Omega$ , 100 cm lang, BN 9111 406/100
- Spannungsquelle ( $> 10 \text{ V}$  an  $1 \text{ k}\Omega$ ) für den gesamten Meßfrequenzbereich, zum Beispiel RC-Generator SRM BN 4085 (30 Hz . . . 300 kHz)
- Anzeigeverstärker mit einer Anzeigeempfindlichkeit von etwa  $10 \mu\text{V}$ , abstimbar und mit logarithmischer Spannungsanzeige, für alle Meßfrequenzen geeignet, zum Beispiel abstimmbarer Anzeigeverstärker UBM BN 12121/2 (45 Hz . . . 600 kHz).
- Für Messungen, die sich nur über den Bereich 50 Hz . . . 50 kHz erstrecken, ist der RC-Generator/Indikator SUB BN 40870 zu empfehlen.



- VKB-Zusatzgerät BN 35208
- Schutzringkondensator KMT BN 5711
- Flüssigkeitsmeßgefäß KMF BN 5721/3

- Großes Flüssigkeitsmeßgefäß KMFG BN 5722
- Drahtmeßzusatz KMD 5731

**VKB-Zusatzgerät**

Der Verlustwinkel vieler Stoffe ist frequenzabhängig und kann stark ansteigen. Zum Messen derartiger Isolierstoffe verwendet man den VKB-Zusatz. Er erweitert den Verlustfaktormeißbereich bis zu Werten von  $\tan \delta \approx 1$ . Die Bedienungsweise der Verlustfaktormeißbrücke VKB mit dem Zusatzgerät ergibt sich ohne Schwierigkeit aus der auf dem Zusatzgerät angegebenen Formel und der Beschriftung.

- Anschluß an die Meißbrücke . . . HF-Stecker 4/13
- Abmessungen über alles . . . . . 225 × 125 × 115 mm  
(R&S-Normkästen Größe 14)

**Bestellbezeichnung** . . . . . ► VKB-Zusatzgerät BN 35208

Verlustfaktorwerte über 1,0 sind meißbar, wenn statt des Zusatzgerätes ein größerer Stufenkondensator, z. B. KGM, verwendet wird.



<sup>1)</sup> Dieser Anschluß läßt sich vom Benutzer durch Einschrauben von Umrüstätzen bzw. Umrüsteinsätzen leicht auf viele andere Systeme umstellen; siehe Datenblatt 902100.

# VERLUSTFAKTOR-MESSBRÜCKE VKB

## Empfohlene Ergänzungen (Fortsetzung)

### Schutzringkondensator KMT

Als tragendes Gerüst für die Platten des Kondensators dient ein Leichtmetall-Gußgehäuse. Die untere der geschliffenen Stahlplatten des Kondensators ist mit einem Schutzring versehen und fest montiert. Die obere kann über eine Schraubenspindel mit Mikrometer parallel verschoben werden. Die Spindel ist so kräftig ausgeführt, daß Prüffolien gegebenenfalls unter starken Druck gesetzt werden können. Die Isolierung besteht ausschließlich aus keramischem Isolierstoff KER 221 DIN 40685.

- Durchmesser der geschützten Elektrode . . . . . 80,3 mm
- Einstellbereich des Elektrodenabstandes . . . . . 0 . . . 10 mm
- Einstellgenauigkeit durch Mikrometer . . . . . 0,01 mm
- Anschlüsse . . . . . HF-Buchsen 4/13

**Bestellbezeichnung** . . . . . ► Schutzringkondensator KMT BN 5711



### Flüssigkeitsmeßgefäß KMF

Das Meßgefäß ist nach dem Schutzringprinzip gebaut. In dem aus rost- und säurebeständigem Stahl gefertigten Gehäuse sind die einzelnen Elektroden durch Teflonteile gegeneinander isoliert. Nenntemperaturbereich  $-40^{\circ}$  bis  $+200^{\circ}\text{C}$ . Anschluß für Durchflußthermostaten vorhanden.

- Fassungsvermögen . . . . . 40 cm<sup>3</sup>
- Meßkapazität (leer) . . . . . 35 pF
- Abstand zwischen geschützter Elektrode und Gegenelektrode . . . . . 2 mm
- Anschlüsse . . . . . HF-Buchsen 4/13, Massebuchse 4 mm

**Bestellbezeichnung** . . . . . ► Flüssigkeitsmeßgefäß KMF BN 5721/3



### Großes Flüssigkeitsmeßgefäß KMFG

Das große Flüssigkeitsmeßgefäß dient zur Bestimmung des Verlustfaktors und der Dielektrizitätskonstante von Flüssigkeiten bei niedrigen Frequenzen (etwa 50 bis 60 Hz). Hierbei erreicht man eine höhere Empfindlichkeit als mit Meßgefäßen kleinerer Kapazität.

- Fassungsvermögen . . . . . 400 cm<sup>3</sup>
- Meßkapazität (leer) . . . . . 140 pF
- Anschlüsse . . . . . HF-Buchsen 4/13

**Bestellbezeichnung** . . . . . ► Großes Flüssigkeitsmeßgefäß KMFG BN 5722



### Drahtmeßzusatz KMD

Der Drahtmeßzusatz eignet sich außer für die Messung des dielektrischen Verlustfaktors von Drahtisolationen mit der Verlustfaktor-Meßbrücke VKB auch für Isolationswiderstandsmessungen und Spannungsdurchschlagsprüfungen in herkömmlicher Weise.

- Durchmesser des Metallzylinders
  - für Leiterdurchmesser von 0,03 mm bis 1 mm . . . . . 30 mm
  - für Leiterdurchmesser über 1 mm bis 1,5 mm . . . . . 50 mm
- Durchmesser des Isolierstoffwickelkörpers
  - für Leiterdurchmesser 0,3 mm . . . . . 15 mm
  - für Leiterdurchmesser über 0,3 mm bis 1,5 mm . . . . . 45 mm
- Meßanschlüsse . . . . . HF-Buchsen 4/13

**Bestellbezeichnung** . . . . . ► Drahtmeßzusatz KMD BN 5731

