

Dipl.-Ing. Josef Stanek  
Berlin-Siemensstadt  
Schuckertdamm 332



# KOMPENSATIONS- APPARATE

HANDBLISSE TEIL VII<sub>a</sub> · 1938

SIEMENS & HALSKE AG · WERNERWERK · BERLIN-SIEMENSSTADT

## INHALT

	Seite
Allgemeine technische Erläuterungen . . . . .	3
Hinweise für die Auswahl . . . . .	6
Technischer Kompensator . . . . .	7
Stufenkompensator . . . . .	8
Spannungs-Meßkompensator . . . . .	10
Präzisions-Kaskaden-Kompensator . . . . .	12
Erdungsmesser . . . . .	14
Meßgeräte für Bodenuntersuchungen . . . . .	16
Inhaltsübersicht der Handlisten Teil VII b und VII c . . . . .	20

## FÜR TELEGRAFISCHE BESTELLUNGEN

benutze man das Codewort

**225974 | njfio** = Liste Kompensations-Apparate, Handliste Teil VII a,  
Ausgabe Juli 1938, Listen-Nr. . . . .

Im Anschluß an dieses Wort muß stets ein weiteres Codewort aus Teil I  
des Alpha-Codes folgen. Dieses Codewort wird nie als rechts daneben-  
stehende Bedeutung, sondern als links danebenstehende Zahl gelesen.

Beispiel: **njfiow** bedeutet: Liste Kompensations-Apparate, Hand-  
liste VII a, Ausgabe Juli 1938, Listen-Nr. 157530, das ist ein Erdungsmesser für  
Schwachstromanlagen, in Metallgehäuse, für Meßbereiche von 3; 30; 150  $\Omega$ .

## Allgemeines über Konstruktion und Aufbau der Apparate.

Diese Liste enthält außer Gleichstrom-Kompensations-Apparaten für allgemeine Kompensationsmessungen in Laboratorien und Eichräumen auch Erdungsmesser und Meßgeräte für Bodenuntersuchungen. Bei der Konstruktion der Geräte wurde auf eine gute Anpassung an den jeweiligen Verwendungszweck besonderer Wert gelegt.

### Kompensatoren für den Laboratoriumsgebrauch.

**Äußere Ausführung:** Die Apparate, zu denen der Stufenkompensator, der Spannungs-Meßkompensator und der Kaskaden-Kompensator zählen, haben hochglanzpolierte Mahagonihäuse. Zum Schutz gegen Licht und Staub ist die Montageplatte durch eine besondere Schutzplatte abgedeckt, auf der auch die für eine leichte Bedienung nötige Beschriftung und erforderlichenfalls auch das Schaltbild des Apparates aufgedruckt sind. Die Anschlußklemmen sind zur erhöhten Spannungssicherheit und zum leichten versenkten Einbau in Kompensations-Meßtische verdeckt unter der Lichtschutzplatte angeordnet; für die Zuleitungen sind kleine Öffnungen in den Seitenwänden vorgesehen.

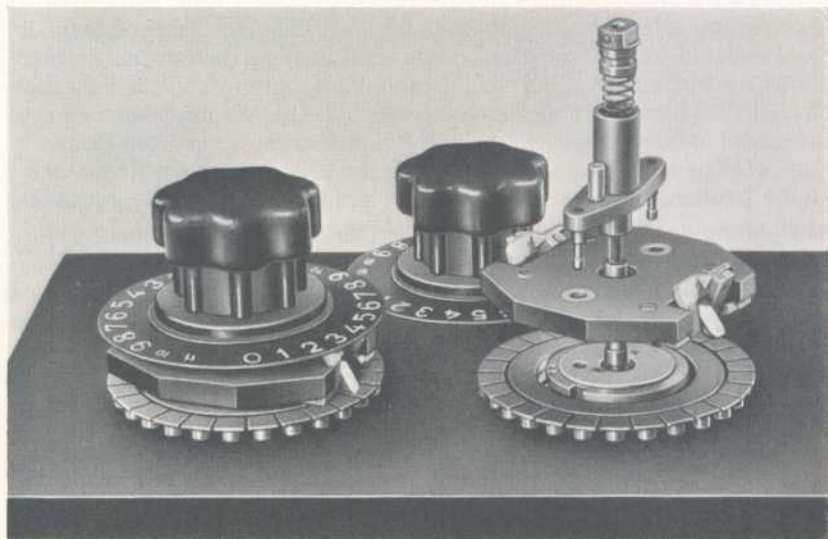
**Ausführung der Drehschalter:** Besondere Vorzüge weisen die neuen Kompensatoren gegenüber früheren Ausführungen durch die neudurchgebildeten Drehschalter auf, die sich durch kleinste Übergangswiderstände und große Sicherheit und Dauerhaftigkeit der Kontaktgabe auszeichnen. An Stelle des am Ende des Kontakthebels liegenden Handgriffes wird bei den neuen Bauformen ein zentral gelagerter Drehknopf verwendet. Da dieser durch einen in der Ebene der Kontaktfläche angreifenden Mitnehmer mit dem Bürstenträger verbunden ist (siehe Bild), kann die Kontaktgabe durch die Betätigung des Drehknopfes nicht mehr beeinflußt werden. Ebenso kann auch die Rastervorrichtung keine Rückwirkung auf die Kontaktgabe ausüben. Der für eine gute Kontaktgabe erforderliche hohe Bürstendruck wird durch eine kräftige Feder erzeugt, die den Druck durch eine gelenkige Brücke gleichmäßig auf die einander gegenüberliegenden Bürsten verteilt. Bei den Doppelschaltern des Kaskaden-Kompensators sind noch besondere Schleifringe zur Stromabnahme vorhanden. Kontaktschwierigkeiten der nebeneinander liegenden Bürsten werden hierbei durch eine bewegliche Brücke vermieden, die den Kontaktdruck gleichmäßig auf die beiden Bürsten verteilt.

Als Kontaktmaterial wird eine Speziallegierung großer Härte verwendet, die selbst bei sehr häufigen Schaltungen keinerlei Abnutzung zeigt und die Konstanz der Kontaktgabe gewährleistet.

Bei den wichtigsten Drehschaltern, beispielsweise bei Schaltern der Kompensationswiderstände, wird die Einstellung der Schalter durch eine am Drehknopf befestigte Nummernscheibe angezeigt, deren jeweils gültige Ziffern in Aussparungen der Deckplatte erscheinen. Sind mehrere dekadisch abgestufte Widerstände vorhanden, so sind die Schalter derart angeordnet, daß die eingestellten Werte in schreibrichtiger Reihenfolge abgelesen werden können.

Zum Reinigen und Einfetten der Kontakte können die Schalter leicht auseinandergenommen werden. Nach Abnehmen der Lichtschutz-Deckplatte sind die Drehknöpfe mit den Zifferscheiben einzeln abzuziehen, wodurch die Kontakte zugänglich werden. Zum Reinigen der Bürsten kann man danach den Schalter durch Heraus-schrauben einer Mutter noch weiter zerlegen (siehe Bild).

**Ausführung der Widerstände:** Als Widerstandsmaterial wird bei allen Widerständen Manganindraht, auf keramischen Körpern aufgewickelt, verwendet. Die Widerstandsrollen sind künstlich gealtert und lange Zeit gelagert, so daß



Drehschalter des Kaskaden-Kompensators,  
rechter Schalter für die Reinigung der Bürsten auseinandergenommen.

sie absolut konstant bleiben. Die Abgleichung erfolgt unter Berücksichtigung des Schaltungswiderstandes bei Widerständen von  $1 \Omega$  und höher auf mindestens  $0,02\%$ , bei denen von  $0,1 \Omega$  auf  $0,1\%$  des Sollwertes.

**Schirmung:** Um ein Beeinflussen der Messung durch Kriechströme und kapazitive Aufladungen zu vermeiden, sind der Kaskaden-Kompensator sowie der Spannungs-Meßkompensator mit einer Kriechstrom-Ableitung ausgerüstet. Auch die Schalter sind bei diesen Apparaten metallisch abgeschirmt. An eine besonders herausgeführte Klemme können die Kriechstrom-Ableitungen der Zusatzapparate, beispielsweise des Galvanometers, des Normalelementes und der Hilfsbatterie, angeschlossen werden.

**Meßgenauigkeit:** Zum Erzielen einer hohen Meßgenauigkeit wurde bei der Entwicklung der neuen Apparate besonderes Augenmerk auf die Beseitigung

aller Fehlereinflüsse gerichtet. Die Verminderung der Übergangswiderstände auf das geringste Maß und die Beseitigung des Einflusses von Kriechströmen ist schon weiter oben beschrieben. Das Auftreten von Thermoströmen konnte durch eine geeignete Auswahl des Kontaktmaterials und durch schaltungs-technische Maßnahmen weitgehend vermieden werden. Die Kompensatoren sind deshalb Meßgeräte höchster Präzision. Naturgemäß kann bei derartigen Apparaten eine absolute Angabe über die erzielbare Meßgenauigkeit nicht gemacht werden, da sie noch abhängig ist von der Empfindlichkeit des jeweils verwendeten Galvanometers und besonders auch von der äußeren Schaltung. Genauere Zahlenwerte der Meßgenauigkeit können nur bei unseren Kompensations-Meßtischen angegeben werden, da bei ihnen die Kompensatoren mit allen Hilfsapparaten und einschließlich der gesamten äußeren Schaltung fest eingebaut und somit auch alle äußeren Einflüsse berücksichtigt sind. Sie gewährleisten daher auch eine höchste, immer gleichbleibende Meßgenauigkeit und Meßempfindlichkeit.

**Die Kompensations-Meßtische sind in der Handliste Teil XI enthalten.**

#### **Kompensatoren für Betriebsmessungen, Erdungsmesser und Meßgeräte für Bodenuntersuchungen.**

**Äußere Ausführung:** Der technische Kompensator, die Erdungsmesser und der Kompensator für geoelektrische Bodenuntersuchungen sind entsprechend den Anforderungen im rauen Betrieb und bei Messungen im freien Felde besonders robust und widerstandsfähig ausgeführt. Ihre Gehäuse sind aus Eisenblech (Kofferform) oder aus widerstandsfähigem Isolierpreßstoff. Auf eine einfache, handliche Form, leichte Tragbarkeit und einfachste Bedienung wurde bei ihrer Entwicklung besonderer Wert gelegt.

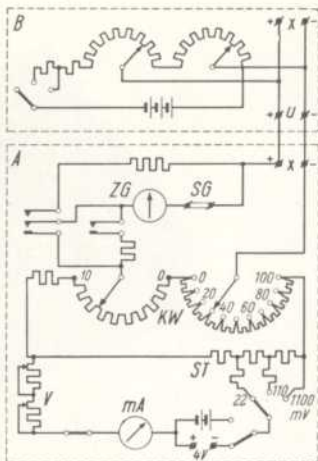
**Ausführung der Einzelteile:** Die Drehknöpfe der Schalter sind besonders kräftig gestaltet. Zum leichten Herstellen der Schaltungen haben die Apparate Universalklemmen für Steck- und Schraubanschluß. Bei Geräten mit Kurbelinduktoren sind die Kurbeln einklappbar, so daß sie bei der Beförderung nicht hinderlich sein können. Die Regelwiderstände sind zumeist als Raupendraht-Widerstände ausgeführt.

**Meßgenauigkeit:** Da bei diesen Apparaten das Anzeigeelement (Nullgalvanometer) stets fest in das Gehäuse eingebaut ist, konnte auch in den Tabellen die Meßgenauigkeit zahlenmäßig angegeben werden. Die Werte gelten jedoch nur für normale Widerstands- bzw. für Spannungsmessungen. Für Erdungsmessungen ist es nicht möglich, absolute Werte anzugeben, da bei diesen Messungen die Empfindlichkeit des Meßgeräts natürlicherweise auch durch die Verhältnisse im Erdboden (Widerstand des Hilfserders) bedingt ist.

<b>Kompensatoren</b>		
Apparat	Anwendung	Seite
<b>Technischer Kompensator</b>	für die betriebsmäßige Messung von Thermo- spannungen und zum Nachprüfen von Drehspul- Anzeigeeinstrumenten und -Schreibgeräten . . . .	7
<b>Stufenkompensator</b>	zum Nachprüfen und Eichen von Präzisions- Meßinstrumenten an bestimmten Punkten . . . .	8
<b>Spannungs- Meßkompensator</b>	zum Eichen von Präzisions-Leistungsmessern in Verbindung mit dem Kaskaden-Kompensator	10
<b>Präzisions-Kaskaden- Kompensator</b>	allgemein verwendbar für genaueste Strom- und Spannungsmessungen bei niedrigsten und höch- sten Meßbereichen, insbesondere zum Eichen von Präzisions-Meßinstrumenten und -Wider- ständen und zum Messen von Thermo- spannungen	12
<b>Kompensator für geoelektrische Messungen</b>	zum Aufsuchen von Erzlagern, von Korrosions- stellen an vergrabenen Rohrleitungen, der Aus- trittsstelle vagabundierender Ströme an fehler- haften Gleichstromkabeln usw. . . . .	18
<b>Erdungsmesser</b>		
<b>Erdungsmesser für Schwachstromanlagen</b>	zum Prüfen der Erder in Schwachstromanlagen, von Blitzableitern, Rundfunkanlagen usw.; auch zum Messen von Drahtwiderständen . . . . .	14
<b>Erdungsmesser für Starkstromanlagen</b>	zum Prüfen der Erder in Starkstrom- und Hoch- spannungsanlagen und zum Projektieren von Erdungsanlagen; auch zum Messen von Draht- widerständen . . . . .	14
<b>Erdungsmesser für Bau- grunduntersuchungen</b>	für alle Messungen wie beim Erdungsmesser für Starkstromanlagen, darüber hinaus zum Planen von Erdungsanlagen (Aufsuchen günstiger Geländepunkte für Erdungen) und zum Untersuchen des Baugrundes (Bestimmung des Schichtenaufbaus und des Grundwasserspiegels)	17



Ausführung in Metallgehäuse, Abmessungen:  
Grundfläche 380×240 mm, Höhe 130 mm.



Schaltung:  
A = Kompensator, B = Zusatzgerät.

### Technischer Kompensator.

**Anwendung:** Der technische Kompensator dient zur betriebsmäßigen Messung von Thermo- und Drehstromspannungen und in Verbindung mit einem Zusatzgerät zum Nachprüfen von Drehspulinstrumenten und -schreibergeräten.

**Meßverfahren:** Das schnelle Arbeiten mit dem Kompensator beruht darauf, daß der Hilfsstrom zur Kompensierung mittels Vorwiderständen nach dem Ausschlag eines Strommessers eingestellt wird. Der Kompensationswiderstand dient lediglich zur Kompensierung der zu messenden Spannung und braucht daher zum Einregeln des Hilfsstromes nicht verstellbar zu werden.

**Ausführung:** Die Vergleichsspannung liefert eine 4-V-Batterie, deren Strom mit den Vorwiderständen V nach dem in mA geeichten Strommesser eingestellt wird. Zum Kompensieren der zu messenden Spannung dienen die Widerstände KW. Am Spannungsteiler ST können durch einen Umschalter drei Meßbereiche eingestellt werden. Die Laschenklammern SG dienen zum Anschluß eines Spiegelgalvanometers an Stelle des Zeigergalvanometers. Zum Prüfen von Instrumenten wird an die X-Klemmen das Zusatzgerät B angeschlossen. Das Meßergebnis ist an den Widerständen KW direkt ablesbar.

**Meßbereiche:** 0...22 mV; 0...110 mV und 0...1100 mV.

**Genauigkeit:** Innerhalb 15...100% jedes Meßbereiches  $\pm 0,3\%$  vom Sollwert.

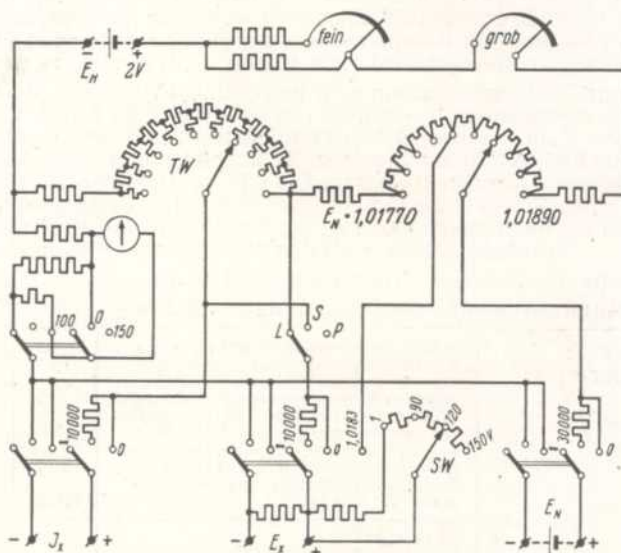
Technischer Kompensator	in Metallgehäuse 380×240×130 mm, mit 4-V-Taschenlampenbatterie und Klemmen für äußere Batterie, 2 Drehwiderständen, Strommesser und Spannungsteiler für den Hilfsstromkreis; ferner für den Kompensationskreis mit Stufen- und Schleifdrahtwiderstand, Zeigergalvanometer mit 2 Tasten und Schutzwiderständen (Spiegelgalvanometer s. Liste Teil Vb, L.-Nr. 157 011/12)	Listen-Nr.	Preis	etwa kg
Msla 87		157 501		9,5
Msla 88	<b>Zusatzgerät</b> in Metallgehäuse 130×240×130 mm, mit 4-V-Taschenlampenbatterie, Stufenschalter und Spannungsteiler mit Grob- und Feineinstellung . . . . .	157 502		3



Stufenkompensator.

Ausführung in Mahagonikasten mit Licht- und Staubschutzplatte und mit verdeckten Klemmen.

Abmessungen: Grundfläche 420×250 mm; Höhe 140 mm (ohne Drehknöpfe).



Schaltung des Stufenkompensators.



## Stufenkompensator nach Dr. Schmidt.

**Anwendung:** Der Stufenkompensator dient zum Nachprüfen und Eichen von Präzisionsinstrumenten an je 10 Punkten ihres Meßbereiches. Mit Ergänzungswiderständen können auch beliebige Spannungswerte von Volt zu Volt bis 749 V geeicht und indirekte Widerstandsmessungen ausgeführt werden.

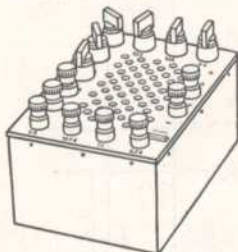
**Meßverfahren:** Mit dem Stufenkompensator können Messungen sowohl nach der Ausschlags- als auch nach der Nullmethode ausgeführt werden. Für die Eichung der Instrumente wird meist die Ausschlagsmethode angewandt, wobei der Prüfling auf den Sollteilstrich und der Kompensator auf den Sollwert eingestellt wird. Der Fehler des Prüflings ist am eingebauten Galvanometer abzulesen.

**Ausführung:** Der Kompensationswiderstand (Teilstrichwähler TW) hat 10 Stufen von je  $30\ \Omega$ , die bei einem Hilfsstrom von 0,001 A Spannungen von je 0,03 V je Stufe, insgesamt 0,3 V, entsprechen. Die Kontakte sind unmittelbar mit Teilstrichen für eine 100- und 150teilige Skala des Prüflings beziffert. Entsprechend ist das Lichtmarkengalvanometer umschaltbar auf 2 Meßbereiche für 100 und 150 Teilstriche. Das Galvanometer hat 10...0...10 Skalenteile; ein Skalenteilausschlag entspricht einem Fehler von 0,1 Teilstrich am Prüfling. Die zu messende Spannung Ex wird am Spannungswähler SW eingestellt. Zum Einstellen des Hilfsstromes dienen zwei Drehwiderstände „grob“ und „fein“, mit denen die Spannung des Normalelements gegen den Spannungsabfall in einem Normalwiderstand kompensiert wird, der in 10 Stufen für eine EMK des Normalelements von 1,01770 bis 1,01890 V eingestellt werden kann. Weiterhin enthält der Apparat einen Drehschalter zum Umschalten auf Leistungs- und Spannungsmesser-Eichung und Prüfung des Kompensators sowie 3 Schalter für das Galvanometer mit den Stellungen  $\infty$  (offen), 10000 bzw. 30000  $\Omega$  und 0  $\Omega$ .

**Meßbereiche:** 1,0183; 1; 90; 120; 150 V; mit Ergänzungswiderstand bis 749 V; 0,3 V für Strommessungen mit Normalwiderständen.

### Stufenkompensator nach Dr. Schmidt

*Ms la 223*



Normalwiderstand mit  
11 Stufen,  
Abmessungen  
183x248x117 mm.

in Mahagonikasten 420x250x140 mm, mit Licht- und Staubschutzabdeckplatte, verdeckten Klemmen und allen Einzelteilen wie oben beschrieben.

Listen-Nr.	Preis	etwa kg
157 505		6,5

Normal-Kadmiumelement . . . . .  
dazu Prüfschein der P.T.R.

157 506		0,65
---------	--	------

*Ms salm 162a*

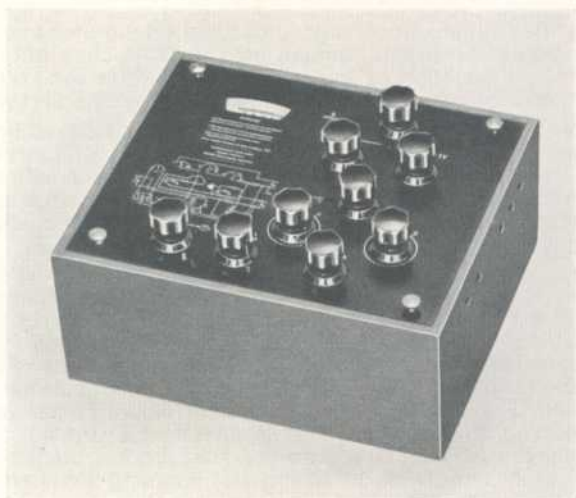
**Ergänzungswiderstände**  
zum Eichen aller Spannungswerte von Volt zu Volt:  
mit 2 Drehschaltern für 2 Dekaden 9x10 und 9x1 V; Gesamt-Meßbereich des Kompensators 1...249 V . . . . .  
mit 3 Drehschaltern für 3 Dekaden 5x100; 9x10; 9x1 V; Gesamt-Meßbereich des Kompensators 1...749 V . . .  
Stufenwiderstand mit Abzweigmultiplex für 150; 240; 300; 420; 450; 600 V

157 507		2,2
157 508		2,5
157 509		2

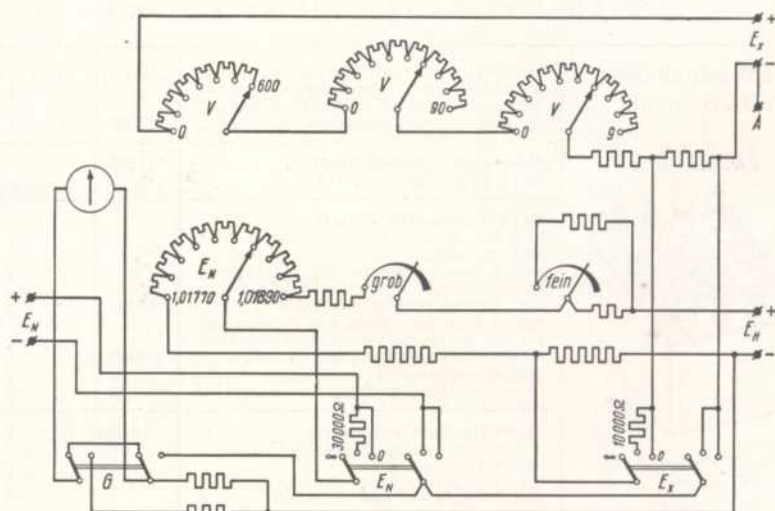
Normalwiderstände 0,3 V f. Strommessung, Genauigkeit 0,02 %;  
mit 7 Stromstufen 0,5-1-1,25-2-2,5-5-10 A . . . . .  
mit 11 Stromstufen 0,15-0,3-0,75-1-1,5-3-5-7,5-10-15-30 A . . . . .  
mit 11 Stromstufen 0,5-1-1,25-2-2,5-5-10-12,5-20-25-50 A . . . . .  
mit 2 Stromstufen 75 und 100 A . . . . .

157 510		2,5
157 511		4,4
157 512		4,4
157 513		2,8

*Ms 404 910*



Spannungs-Meßkompensator.  
 Ausführung in Mahagonikasten mit Licht- und Staubschutzplatte  
 und mit verdeckten Klemmen.  
 Abmessungen: Grundfläche 360×300 mm; Höhe 160 mm (ohne Drehknöpfe).



Schaltung des Spannungs-Meßkompensators.

**Spannungs-Meßkompensator.**

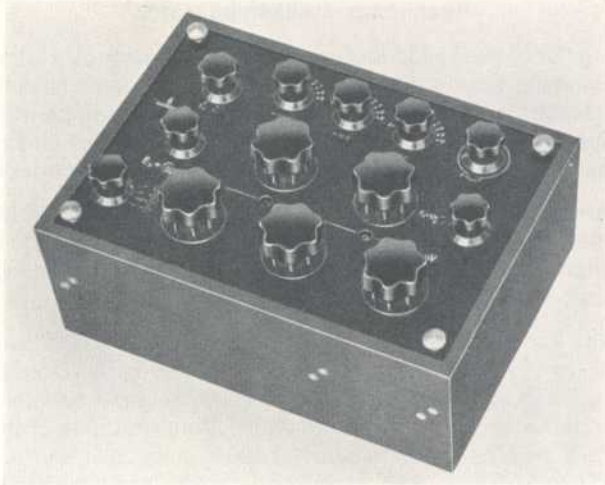
**Anwendung:** Der Spannungs-Meßkompensator ist besonders zum Einstellen der Meßspannung bei der Eichung von Leistungsmessern bestimmt, wobei er meist in Meßtischen zusammen mit dem Kaskaden-Kompensator benutzt wird. Darüber hinaus kann der Apparat auch zum genauen Einstellen ganzzahliger Spannungswerte in Stufen von 1 zu 1 Volt bis 700V verwendet werden.

**Meßverfahren:** Mit dem Spannungs-Meßkompensator werden die Messungen nach der bekannten Nullmethode ausgeführt. Die zu messende Spannung wird mit einem Spannungsteiler eingestellt, der eine Teilspannung von 0,3V für die Kompensation abzweigt.

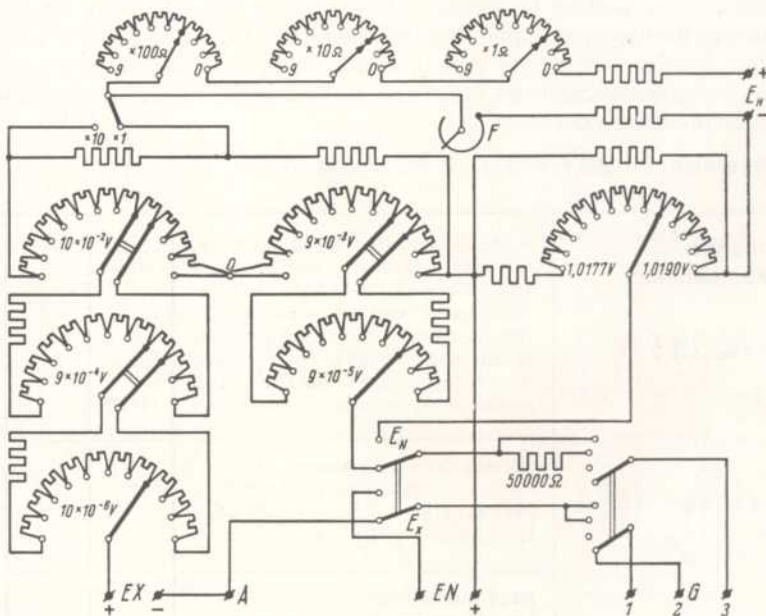
**Ausführung:** Zum Einregeln des Hilfsstromes sind zwei Drehwiderstände „grob“ und „fein“ vorhanden, mit denen die Spannung des Normalelementes gegen den Spannungsabfall in einem Normalwiderstand kompensiert wird. Dieser Kompensationswiderstand kann in 10 Stufen für eine EMK des Normalelementes zwischen 1,01770 und 1,01890 V eingestellt werden. Die zu messende Spannung  $E_x$  wird an einem Spannungsteiler mit drei Drehschaltern für die Dekaden  $6 \times 100$ ,  $9 \times 10$  und  $9 \times 1$  V eingestellt. Das eingebaute Lichtmarken-Galvanometer hat eine 50teilige Skala (25...0...25); durch den Drehschalter G kann es eingeschaltet und zur Dämpfung kurzgeschlossen werden. Zwei weitere Drehschalter dienen zum Anschluß des Galvanometers an die beiden Kompensationskreise  $E_n$  und  $E_x$ . Beide Schalter haben je drei Schaltstellungen:  $\infty$  (offen), Einschaltung des Galvanometers über einen Schutzwiderstand von 30 000 bzw. 10 000  $\Omega$  und unmittelbare Einschaltung ohne Schutzwiderstand.

**Meßbereich:** 0...700 V, einstellbar von Volt zu Volt.

Spannungs-Meßkompensator	in Mahagonikasten 360x300x180 mm, mit allen Einzelheiten wie oben beschrieben, mit Licht- und Staubschutz-Abdeckplatte und mit verdeckten Anschlußklemmen; mit Schirmung aller Widerstände, Schalter und Klemmen zum Schutz gegen Kriechströme und kapazitive Aufladungen . . . . .	Listen-Nr.	Preis	etwa kg
<i>Msl 215a</i>		157 520		8
<i>Mskm 168a</i>	<b>Normal-Kadmiumelement</b> als Spannungsnormalelement, mit Prüfschein der Phys.-Techn. Reichsanstalt, siehe L.-Nr. 157 506 auf Seite 9 . . . . .	—		0,65
	<b>Regelwiderstände</b> zum Einregeln der zu messenden Spannung; auf Anfrage.	—		—



Präzisions-Kaskaden-Kompensator mit zwei Meßbereichen,  
in Mahonighäuse mit Licht- und Staubschutzplatte und verdeckten Klemmen.  
Abmessungen: Grundfläche 420×300 mm, Höhe 160 mm (ohne Drehknöpfe).



Schaltung des Präzisions-Kaskaden-Kompensators.

**Präzisions-Kaskaden-Kompensator.**

**Anwendung:** Der Kaskaden-Kompensator ermöglicht besonders genaue Strom- und Spannungsmessungen bei höchsten und niedrigsten Meßbereichen. Er wird deshalb vorzugsweise benutzt in Prüffämtern und Laboratorien zum Prüfen und Eichn von Präzisions-Meßinstrumenten, Widerstands-Thermometern, Thermoelementen und dergleichen.

**Meßverfahren:** Der Kompensator arbeitet nach der Nullmethode. Zum Einstellen des Hilfsstromes wird die Spannung des Normalelementes gegen den Spannungsabfall in einem Normalwiderstand kompensiert. Die Kaskadenschaltung hat die Vorzüge der hoch- und niederohmigen Kompensatoren. Übergangswiderstände der Schalter haben wegen des hohen Widerstandes der einzelnen Dekaden keinen Einfluß auf die Messung. Durch Parallelschaltung der Dekaden untereinander und zu Abzweigwiderständen wird ein niedriger Gesamtwiderstand erreicht, so daß die Empfindlichkeit eines hochohmigen Galvanometers nicht beeinflußt wird und für alle Bereiche nur eine Eichung der Interpolationsgröße nötig ist. Verzichtet man auf leichte Interpolation, so kann bei kleinen Spannungen auch ein niederohmiges Galvanometer benutzt werden.

**Ausführung:** Zum Abgleichen dienen 5 Drehschalter entsprechend 5 Dekaden für die zu messende Spannung und 1 Drehschalter mit 14 Stufen von 1,0177...1,0190 V für die Spannung des Normalelementes. Für die Reglung des Hilfsstromes ist ein Regelwiderstand mit 4 Drehknöpfen für eine Spannung der Hilfsbatterie von 4 V eingebaut. Ferner sind vorhanden 1 Meßbereichumschalter, 1 Umschalter zum wahlweisen Anschließen des Galvanometers an den Ex- oder EN-Kreis und 1 Galvanometerschalter mit 4 Schaltstellungen: Kurzschluß (Dämpfung), Aus-, Einschaltung über Schutzwiderstand und direkte Einschaltung.

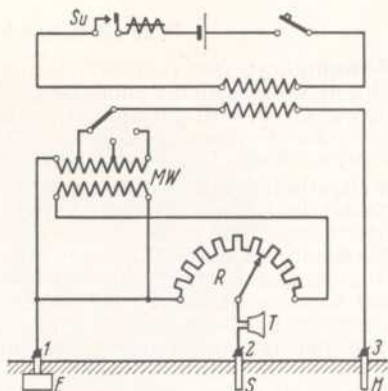
**Meßbereiche:** Im Kompensator einstellbar  
 0,000001...0,11 V und 0,00001...1,1 V,  
 mit zusätzlichem Spannungsteiler bis 11; 110 und 1100 V.

Präzisions-Kaskaden-Kompensator	in Mahagonigehäuse 420×300×160 mm, mit allen Einzelteilen wie oben beschrieben, mit Licht- und Staubschutz-Abdeckplatte, verdeckten Klemmen, mit Schirmung aller Widerstände und Schaltorgane . . . . .	Listen-Nr.	Preis	etwa kg
<p><i>Msl a 156 a</i></p>  <p>Spannungsteiler.</p>	<p><b>Spannungsteiler</b>                      in Mahagonigehäuse 300×150×160 mm, mit Umschalter zum Erhöhen des Meßbereiches auf 11; 110; 1100 V sowie Umschalter und Polwender für Strommessungen mit Normalwiderständen</p>	157 525		10,5
		<i>Mswd 996</i>		
	<p><b>Normal-Kadmiumelement</b>                      als Spannungsnormal, mit Prüfschein der P.T.R. s. L.-Nr. 157506 auf Seite 9</p>	—		—
	<p><b>Normalwiderstände</b>                      für Strommessungen siehe Handliste Teil VII c</p>	—		—
	<p><b>Weiteres Zubehör:</b>                      Spiegelgalvanometer siehe Handliste Teil V b, L.-Nr. 157008                      Ablesevorrichtungen s. gleiche Liste</p>	—		—



**Erdungsmesser für Schwachstromanlagen.**

Ausführung in schwarzem Metallgehäuse mit Klappdeckel und Tragriemen.  
Grundfläche 250×210 mm, Höhe 90 mm.



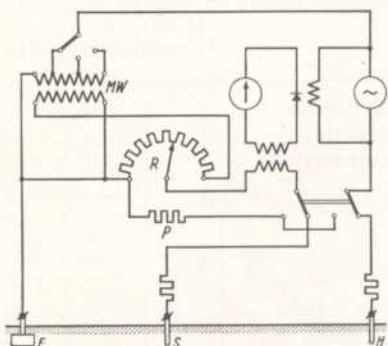
Schaltung: Als Stromquelle dient eine Batterie mit dem Summer  $S_u$ , als Nullindikator der Kopfhörer  $T$ .

**Anwendung:** Der Erdungsmesser dient zum Prüfen der Erder in Schwachstromanlagen, von Blitzableitern, Rundfunkanlagen usw. Darüber hinaus kann das Gerät auch zum Messen von Drahtwiderständen verwendet werden.



**Erdungsmesser für Starkstromanlagen.**

Ausführung in schwarzem Metallgehäuse, Oberteil aus Isolierpreßstoff.  
Grundfläche 230×150 mm, Höhe 200 mm.



Schaltung: Als Stromquelle dient ein Kurzbelinduktor, als Nullindikator ein Drehspul-Zeigerinstrument mit Gleichrichter.

**Anwendung:** Infolge seines großen Meßbereiches und der hohen Meßgenauigkeit ist dieser Erdungsmesser besonders geeignet zum Prüfen der Erdungen in Starkstrom- und Hochspannungsanlagen, beispielsweise von Freileitungsmasten, Stationserdungen usw.; er kann auch für die Projektierung von Erdungsanlagen benutzt werden. Auch dieses Gerät ist zum Messen von Drahtwiderständen verwendbar.

**Meßverfahren:** Die Erdungsmesser arbeiten nach einem Kompensationsverfahren, bei dem der in der Erde auftretende Spannungsabfall mit dem Spannungsabfall im Widerstand R verglichen wird. Das Meßverfahren bietet den Vorzug, daß nur eine Messung erforderlich ist und daß ferner Fremdströme und der Widerstand der Helfer der praktisch keinen Einfluß auf das Meßergebnis haben. Die Messung ist deshalb besonders einfach, sicher und genau; das Meßergebnis wird direkt abgelesen.

**Ausführung:** Die Ströme für den Erdungs- und Vergleichswiderstand werden der Primär- bzw. Sekundärwicklung des Wandlers MW entnommen, der zugleich als Meßbereichwähler dient. Das Schwachstromgerät hat als Stromquelle eine Batterie mit Summer, als Nullindikator dient ein Kopfhörer. Beim Starkstromgerät ist als Stromquelle ein kräftiger Kurbelinduktor eingebaut, während als Nullinstrument ein hochempfindliches Drehspulinstrument mit Gleichrichter benutzt wird. Bei den Starkstromgeräten mit drei Meßbereichen kann das richtige Arbeiten des Apparates an einem Prüfwiderstand P nachgeprüft werden.

**Meßbereiche:** Siehe in den Tabellen.

**Meßgenauigkeit:** Schwachstromgerät als Widerstandsmesser  $\pm 1,5\%$  vom Skalenendwert, als Erdungsmesser verwendbar für Helfer der Widerstände bis  $2000 \Omega$ .  
 Starkstromgerät als Widerstandsmesser  $\pm 1\%$ , beim Meßbereich  $10000 \Omega$   $\pm 1,5\%$  vom Skalenendwert, als Erdungsmesser verwendbar für Helfer der Widerstände bis  $50000 \Omega$ .

Erdungsmesser für Schwachstromanlagen	in Metallgehäuse 250x210x90 mm, mit 2 Taschenlampenbatterien, Summer, Isolierwandler und Wandler als Meßbereichwähler, Vergleichswiderstand und Kopfhörer als Nullindikator;	Listen-Nr.	Preis	etwa kg
<p><i>Msl. Nr. 118</i></p> <p><i>x dafür</i></p> <p><i>Erdbereichswähler</i></p> <p><i>Msl. Nr. 513 a/b</i></p>	<p><b>Meßbereiche:</b> 3; 30; 150 <math>\Omega</math> . . . . .</p> <p><b>Helfer der:</b> Erdbohrer . . . . .</p> <p>                  Erdspieß . . . . .</p> <p><b>Anschlußzwingen</b> <i>Msl. Nr. 519 a</i> . . . . .</p> <p><b>Kabel</b></p> <p>für Erder und Helfer der:</p> <p>  je 1 Kabel von 10 m Länge . . . . .</p> <p>                  30 m Länge . . . . .</p> <p>                  60 m Länge . . . . .</p>	<p>157 530</p> <p>157 531</p> <p>157 532</p> <p>157 533</p> <p>157 534</p> <p>157 535</p> <p>157 536</p>	<p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p><i>Msl. Nr. 518</i></p>	<p>4,8</p> <p>2,5</p> <p>2,9</p> <p>0,1</p> <p>0,8</p> <p>2,4</p> <p>4,8</p>
<p><b>Erdungsmesser für Starkstromanlagen</b></p> <p><i>Msl. Nr. 180</i></p>	<p>in Metallgehäuse, Oberteil aus Isolierpreßstoff 230x150x200 mm, mit Kurbelinduktor mit einklappbarer Kurbel, Isolierwandler und Wandler als Meßbereichwähler, Vergleichs- und Prüfwiderstand, Drehspulinstrument mit Gleichrichter als Nullinstrument;</p> <p><b>Meßbereiche:</b></p> <p>  10; 100 <math>\Omega</math> (ohne Prüfwiderstand)</p> <p>  10; 100; 1000 <math>\Omega</math> . . . . .</p> <p>  100; 1000; 10000 <math>\Omega</math> . . . . .</p>	<p>157 540</p> <p>157 541</p> <p>157 542</p>	<p></p>	<p>6,1</p> <p>6,2</p> <p>6,2</p>
	<p><b>Segeltuchtasche</b></p> <p>für 1 Erdungsmesser . . . . .</p> <p><b>Helfer der</b> und dgl. siehe oben</p>	<p>157 543</p> <p>—</p>	<p></p>	<p>0,7</p> <p>—</p>

## Allgemeines über geoelektrische Meßverfahren und Meßgeräte.

Gewisse elektrochemische Vorgänge im Erdboden erzeugen elektrische Felder und entsprechende Ausgleichsvorgänge, die an der Erdoberfläche nachweisbar sind. Durch die Ausmessung dieser Folgeerscheinungen ist es demnach möglich, die sie hervorrufenden Vorgänge und ihre räumliche Lage festzustellen.

Ein in das Erdreich eingebetteter Erzkörper oxydiert beispielsweise an seinem oberen Teil von dem hier stark sauerstoffhaltigen Grundwasser, während der untere Teil keine Veränderung erfährt. Er bildet auf diese Weise eine Art galvanisches Element, dessen Spannung sich über das umgebende Erdreich ausgleicht. Die dabei entstehende Feldverteilung läßt sich an der Erdoberfläche oder in Schächten ausmessen und zur Feststellung des Ausgangspunktes, also der Lage des Erzkörpers, verwerten.

Ähnlich verfährt man zur Feststellung von Korrosionsherden an vergrabenen Rohrleitungen usw. Strömt ein Elektrolyt durch eine poröse Masse, z. B. Grundwasser durch Sand, so entstehen dabei am Ein- und Austrittspunkt Potentialunterschiede. Sie bieten damit ein Mittel zur Feststellung von Wasserverlusten durch vergrabene, beschädigte Rohrleitungen und von Sickerstellen am Fuße von Staudämmen usw. Gerade bei letzteren ist eine derartige Vermessung ein Mittel zum Verhüten großer Schäden.

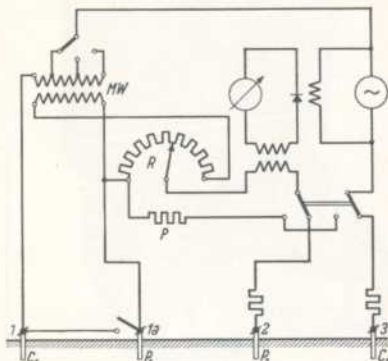
Eine **direkte** Messung der auftretenden Spannungen ist nur bei feuchtem Erdboden mit Millivoltmetern mit sehr hohem innerem Widerstand möglich, da sonst die Spannung beim Anlegen der Meßanordnung zusammenbrechen würde. In den meisten Fällen sind darum nur Kompensationsverfahren anwendbar. Außer den auf den folgenden Seiten aufgeführten Kompensatoren für Handabgleich bauen wir auch Kompensations-Apparate, die zum Anschluß an Ausschlagsinstrumente oder an Schreibgeräte (Tintenschreiber) ausgeführt werden. Diese Sonderausführungen werden auf Anfrage geliefert.

Alle Apparate sind in der Konstruktion und in der Ausführung dem rauen Feldbetrieb angepaßt. Bei ihrer Entwicklung wurde auf eine möglichst einfache und rasche Ausführbarkeit der Messungen besonderer Wert gelegt.





Ausführung schwarzes Metallgehäuse, Oberteil aus Isolierpreßstoff. Grundfläche 230×150 mm, Höhe 200 mm.



Schaltung: MW = Meßbereichwähler, R = Abgleichwiderstand, C<sub>1</sub> C<sub>2</sub> = Sonden zur Stromzuführung, P<sub>1</sub> P<sub>2</sub> = Spannungssonden.

### Erdungsmesser für Baugrunduntersuchungen.

**Anwendung:** Der Erdungsmesser ist zum Messen des Bodenwiderstandes geeignet. Er wird bei der Planung von Erdungsanlagen benützt zum Auffinden günstiger Geländestellen für die Erder, ferner bei Baugrunduntersuchungen zum Bestimmen des Schichtenaufbaus und des Grundwasserspiegels. Das Gerät ist auch für normale Erdungsmessungen und zum Messen von Drahtwiderständen verwendbar.

**Meßverfahren:** Das Meßverfahren entspricht dem der Erdungsmesser (vgl. Seite 15), nur mit dem Unterschied, daß hier zwei Stromzuführungssonden C<sub>1</sub> C<sub>2</sub> und zwei Spannungssonden P<sub>1</sub> P<sub>2</sub> benutzt werden. Im Kompensationsverfahren wird der Spannungsabfall zwischen P<sub>1</sub> und P<sub>2</sub> mit dem Spannungsabfall im Widerstand R verglichen. Der Bodenwiderstand ist unmittelbar an der Skala des Widerstandes R abzulesen.

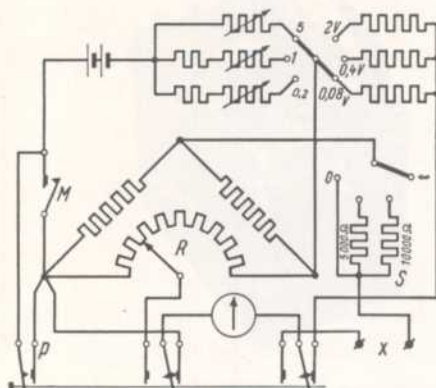
**Ausführung:** Die Ströme für die Stromsonden und den Vergleichswiderstand werden der Primär- bzw. Sekundärwicklung des Wandlers MW entnommen, der zugleich als Meßbereichwähler dient. Als Stromquelle ist ein Induktor eingebaut, als Nullindikator dient ein Drehspulinstrument mit Gleichrichter. Am Prüf Widerstand P kann das richtige Arbeiten des Apparates geprüft werden.

**Meßbereiche:** 10; 100; 1000 Ω oder 100; 1000; 10000 Ω.

Erdungsmesser für Baugrunduntersuchungen		Listen-Nr.	Preis	etwa kg
<i>Msl. 180</i>	in Metallgehäuse, Oberteil aus Isolierpreßstoff 230×150×200 mm, mit Induktor mit einklappbarer Kurbel, Isolierwandler und Wandler als Meßbereichwähler, Vergleichs- und Prüf Widerstand, Drehspulinstrument mit Gleichrichter; <b>Meßbereiche:</b> 10; 100; 1000 Ω . . . . . 100; 1000; 10000 Ω . . . . .	157 550 157 551		6,2 6,2
	<b>Zubehör</b> siehe Seite 15: 4 Sonden (Hilfserder) L.-Nr. 157 531/32; Kabel, je 2 Stück L.-Nr. 157 535 u. 157 536; Segeltuchtasche für den Erdungsmesser L.-Nr. 157 543 .	—	—	—



Ausführung in Metallgehäuse,  
Grundfläche 290×210 mm, Höhe 150 mm.



Schaltung: R=Vergleichswiderstand, M=Meßtaste,  
P= Prüftaste, S=Galv.-Schutzwiderstände.

### Kompensator für geoelektrische Bodenuntersuchungen.

**Anwendung:** Der Kompensator dient zum Messen von Erdpotentialen, die durch Erzlager sowie durch Korrosionsstellen an Rohrleitungen usw. verursacht werden. Außerdem wird er benutzt zum Aufsuchen der Austrittsstelle vagabundierender Ströme an fehlerhaften Gleichstromkabeln und an Schienenstößen von Gleichstrombahnen.

**Meßverfahren:** Unter Verwendung von Tastelektroden werden die Erdpotentiale verschiedener Punkte bestimmt. Durch die Verbindung aller Punkte gleichen Potentials erhält man die Äquipotentiallinien. An den Stellen stärksten Zusammendrängens dieser Linien befinden sich die Ausgangspunkte der Erdströme.

**Ausführung:** Der Kompensationswiderstand R hat je eine in Volt geeichte rote und weiße Skala. Aus der Einstellung auf eine dieser Skalen ergibt sich die Polarität der an die rot bezeichnete X-Klemme angeschlossenen Elektrode. Durch einen Umschalter können drei Meßbereiche eingestellt werden. Drei Regler mit gemeinsamem Drehknopf dienen zum Einregeln der Gegenspannung. Bei eingestellter Spannung ist der gemessene Wert unter Berücksichtigung der Meßbereichsfaktoren 0,2, 1 und 5 unmittelbar an den Skalen des Widerstandes R abzulesen.

**Meßbereiche:** ± 0,08; ± 0,4; ± 2 V.

Kompensator für geoelektrische Bodenuntersuchungen	in Metallgehäuse 290×210×150 mm mit Vergleichswiderstand, Nullgalvanometer mit Bandaufhängung, Skala 15...0...15, Stromkonstante etwa 0,6 µA/Teilstrich, 2 Schutzwiderstände für das Galvanometer, Taschenlampenbatterie mit 3 Reglern, Meßbereichumschalter, 2 Tasten . . .	Listen-Nr.	Preis	etwa kg
<i>Msl 235a</i>		157 555		7,5
	1 Satz unpolarisierbare Tastelektroden 6 Elektroden, 1 Füllgefäß und Flasche für Zinksulfatlösung in Koffer 370×270×250 mm . . . . .	157 556		

Außer den aufgeführten Geräten  
für Bodenuntersuchungen, die nach  
Kompensationsverfahren arbeiten,  
bauen wir

**für geophysikalische Bodenuntersuchungen  
auch verstärkerfreie  
seismische Instrumente.**

Wir bitten, im Bedarfsfalle unter An-  
gabe des Verwendungszweckes unser  
Angebot über diese Instrumente  
anzufordern.

**Handliste Teil VII b „Meßbrücken und Meßschaltungen“**

## Präzisions-Meßbrücken:

Stöpselmeßbrücken in Reihenschaltung und Dekadenschaltung,  
Drehschaltermeßbrücken in Wheatstone-Schaltung und Thomson-  
Schaltung (Doppelkurbel-Meßbrücke).

## Montage- und Fehlerorts-Meßbrücken:

Montage-Meßbrücken der Form Z mit Raupendraht-Widerstand und  
in Kofferform mit Stöpselschaltung;  
Fehlerorts-Meßbrücken mit Schleifdraht.

## Kabelmeßschaltungen:

Kabelmeßschaltung Form Z;  
Kabelmeßschaltungen mit Zeiger-, Lichtmarken- oder Spiegel-  
galvanometer.

## Wechselstrom-Meßbrücken:

Meßbrücken für kleinere und größere Selbstinduktionen; Leitfähig-  
keits-Meßbrücke.

## Meßschaltungen:

Einrichtung zum Messen kleiner Widerstände aus Strom und Span-  
nung;  
Vektormesser,  
Verlustfaktor-Meßeinrichtungen.

**Handliste Teil VII c „Widerstände und Kondensatoren“**

## Präzisions-Widerstände:

Stöpselwiderstände in Reihen- und Dekadenschaltung für Gleich-  
strom und Wechselstrom technischer Frequenz sowie für Ton-  
frequenz;  
Drehschalter-Widerstände für Gleichstrom und Wechselstrom tech-  
nischer Frequenz sowie für Tonfrequenz;  
Normalwiderstände.

## Präzisions-Kondensatoren:

Glimmerkondensatoren ohne Unterteilung, mit Stöpselschaltung  
und mit Drehschaltung;  
Papierkondensatoren mit Stöpselschaltung und mit Drehschaltung;  
Luftkondensatoren, Drehkondensatoren mit Preßbernsteinisolation  
und mit Preßstoffisolation.

## Zubehör für Meßschaltungen:

Tasten, Umschalter, Stromwender.