

RM3548-50

Bedienungsanleitung

WIDERSTANDSMESSGERÄT RESISTANCE METER



Neueste Ausgabe der Bedienungsanleitung



**Vor Gebrauch sorgfältig lesen.
Zur späteren Verwendung aufbewahren.**

Sicherheitshinweise ▶ p.4
Komponentennamen und
Betriebsübersicht ▶ p.16
Grundlegende Messung ▶ p.41

Fehlerbeschreibung ▶ p.126
Fehlermeldung und
Maßnahmen ▶ p.132

DE

Jan. 2025 Edition 1
RM3548B984-00 (A981-01)



Verwendung der Bedienungsanleitung

Siehe unten, wie jeweils angemessen:

Lesen Sie unbedingt immer die folgenden Abschnitte.	▶ „Sicherheitshinweise“ (S. 4) ▶ „Anwendungshinweise“ (S. 7)
Wenn Sie das Instrument unmittelbar verwenden möchten	▶ „Einleitung“ (S. 15)
Wenn Sie weitere Informationen zu den verschiedenen Funktionen benötigen	▶ Siehe unter „Inhalt“ (S.i) und/oder im „Index“ (S.Index1), um die gewünschte Funktion zu finden.
Um Informationen zu Instrumentenspezifikationen zu erhalten	▶ „Spezifikationen“ (S. 111)
Wenn das Instrument nicht wie gewünscht oder erwartet läuft	▶ „Fehlerbeschreibung“ (S. 126)
Für detaillierte Einzelheiten in Bezug auf Widerstandsmessungen	▶ „Anhang“ (S. Anhang1)

Inhalt

Einleitung	1
Prüfen des Packungsinhalts	2
■ Optionen.....	3
Sicherheitshinweise	4
Anwendungshinweise.....	7

1 Einleitung **15**

1.1 Übersicht und Funktionen	15
1.2 Komponentennamen und Betriebsübersicht	16
■ Einschalteneinstellungen	21
1.3 Ablauf des Messverfahrens	22
1.4 Bildschirmlayout.....	23
1.5 Prüfen des Messobjekts.....	26

2 Vorbereitung vor der Messung **29**

2.1 Einlegen oder Austauschen der Batterien.....	30
2.2 Verbinden des Z3210 Drahtlosadapters (optional)	32
2.3 Anbringen der Z5041 Schutzvorrichtung	33
2.4 Anbringen des Riemens.....	34
2.5 Anschließen der Messleitungen.....	35
2.6 Anschließen des Z2002 Temperatursensors (bei Verwendung von TC oder ΔT)	36
2.7 Ein-/Ausschalten des Instruments	37
■ Einschalten des Instruments	37
■ Ausschalten des Instruments.....	37
■ Automatisches Ausschalten mithilfe der automatischen Stromsparfunktion (APS)	38
■ Deaktivieren der automatischen Stromsparfunktion (APS).....	38
2.8 Inspektion vor der Messung	39

3 Grundlegende Messung **41**

3.1 Einstellen des Messbereichs	42
3.2 Anschließen der Messleitungen an das Messobjekt	44
3.3 Ablesen des Messwerts	45
■ Wechseln der Anzeige	45

- Überprüfen von Messfehlern..... 46
- Halten eines Messwerts..... 48
- Speichern eines Messwerts 48

4 Anpassen von Messbedingungen an Ihre Anforderungen 49

- 4.1 Verwendung des Nullabgleichs 50
- 4.2 Stabilisieren von Messwerten
(Durchschnittsfunktion) 55
- 4.3 Kompensieren von thermischen Auswirkungen
(Temperaturkorrektur (TC)) 56
- 4.4 Kompensieren des Offsets der thermischen EMK
(Nullspannungskompensations-Funktion: OVC-
Funktion)..... 58
- 4.5 Einstellen der Verzögerungszeit für die Messung
(Verzögerungsfunktion)..... 60
- 4.6 Umstellen des Messstroms (im Bereich 300mΩ) 62

5 Auswertungs- und Umwandlungsfunktion 65

- 5.1 Auswerten von Messwerten
(Komparator-Funktion)..... 66
 - Auswerten auf Grundlage eines oberen und unteren
Grenzwerts (ABS-Modus) 69
 - Auswerten basierend auf einem Referenzwert und einem
zulässigen Bereich (REF%-Modus) 70
 - Bestätigen von Auswertungsergebnissen durch
die rote Hintergrundbeleuchtung und den Ton
(Auswertungstonfunktion) 71
 - Bestätigen einer Auswertung auf einem Handgerät
(optionale L2105 Befestigung des LED-Komparators) 72
- 5.2 Ausführen des Temperaturerhöhungstests
(Temperaturumwandlungsfunktion (ΔT))..... 73
- 5.3 Messen der Länge eines Leiters
(Längenumwandlungsfunktion) 76

6	Speichern und Laden von Panels (Speichern und Laden von Messbedingungen)	79
6.1	Speichern von Messbedingungen (Panelspeicherfunktion)	80
6.2	Laden von Messbedingungen (Panelladefunktion) ...	81
6.3	Löschen des Inhalts eines Panels	82
7	Kommunikationsfunktionen	83
7.1	Kommunikation mit einem mobilen Gerät	84
■	Aktivieren/Deaktivieren der Drahtloskommunikationsfunktion	86
7.2	Direktdateneingabefunktion von Z3210 zu Excel (Excel-Direktdateneingabefunktion, HID-Funktion) ...	87
■	Aktivieren/Deaktivieren der HID-Funktion	88
8	Speicherfunktion (Speichern und Exportieren von Messdaten auf einen PC)	91
8.1	Speichern von Daten zu einer festgelegten Zeit (manueller Speicher)	93
8.2	Automatisches Speichern von Daten bei Stabilisierung der Messwerte (Auto-Speicher)	94
8.3	Speichern von Daten zu festgelegten Intervallen (Intervallspeicherfunktion)	95
8.4	Anzeigen gespeicherter Messdaten (Speicheranzeigefunktion)	97
8.5	Löschen von Messdaten (Speicher löschen)	98
8.6	Exportieren gespeicherter Messdaten an einen PC (USB-Massenspeichermodus)	102
9	Systemeinstellungen	105
9.1	Anzeigen des Bestätigungsbildschirms für Datum und Uhrzeit	105
9.2	Einstellen der Uhr	106
9.3	Hintergrundbeleuchtung	107
■	Ein-/Ausschalten der Hintergrundbeleuchtung	107

- Aktivieren/Deaktivieren der automatischen Abschaltung
der Hintergrundbeleuchtung..... 107
- 9.4 Initialisieren (Reset)..... 108**
 - Standardeinstellungen 109

10 Spezifikationen 111

- 10.1 Allgemeine Spezifikationen 111**
- 10.2 Messungsspezifikationen 112**
 - Genauigkeit..... 115
- 10.3 Funktionsspezifikationen..... 116**
- 10.4 Schnittstelle..... 124**

11 Instandhaltung und Wartung 125

- 11.1 Fehlerbeschreibung..... 126**
 - F&A (häufig gestellte Fragen und Antworten) 126
 - Fehlermeldung und Maßnahmen 132
- 11.2 Reparatur und Inspektion 134**
- 11.3 Austauschen der Sicherungen 135**
- 11.4 Entsorgen des Instruments 136**

Anhang Anhang1

- Anhang 1 Blockschaltbild Anhang1**
- Anhang 2 Vierpolige (Spannungsabfall) Methode Anhang2**
- Anhang 3 DC-Methode und AC-Methode Anhang3**
- Anhang 4 Temperaturkorrekturfunktion (TC) Anhang4**
- Anhang 5 Temperaturumwandlungs (ΔT)
Funktion..... Anhang7**
- Anhang 6 Auswirkungen von thermischer
elektromotorischer Kraft
(Thermische EMK) Anhang8**
- Anhang 7 Nullabgleich Anhang11**
- Anhang 8 Instabile Messwerte Anhang17**
- Anhang 9 Lokalisieren von Kurzschlüssen auf einer
Leiterplatte Anhang27**
- Anhang 10 Messleitungsoptionen Anhang28**
- Anhang 11 Kalibrierung..... Anhang31**

Index Index1

Einleitung

Vielen Dank, dass Sie sich für das RM3548-50 Widerstandsmessgerät von HIOKI entschieden haben.

Bitte lesen Sie zunächst diese Bedienungsanleitung und bewahren Sie sie für spätere Bezugnahme griffbereit auf, um den maximalen Nutzen aus dem Instrument zu ziehen.

Produktregistrierung

Registrieren Sie Ihr Produkt, um wichtige Produktinformationen zu erhalten.

<https://www.hioki.com/global/support/myhioki/registration/>



Markenzeichen

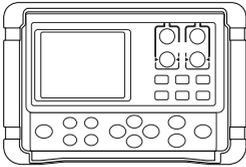
- Excel ist ein Markenzeichen der Microsoft-Unternehmensgruppe.
- Die Bluetooth®-Wortmarke und -Logos sind eingetragene Marken im Besitz von Bluetooth SIG, Inc. und jede Verwendung dieser Marken durch Hioki E.E. Corporation unter Lizenz verwendet. Andere Marken und Markennamen sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.
- IOS ist eine eingetragene Handelsmarke von Cisco Systems, Inc. und/oder deren Tochtergesellschaften in den Vereinigten Staaten und bestimmten anderen Ländern.
- Android, Google Play und Google Chrome sind Handelsmarken der Google, Inc.

Prüfen des Packungsinhalts

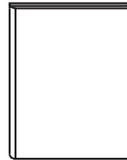
- Untersuchen Sie das Instrument nach dem Erhalt sorgfältig, um sicherzugehen, dass es auf dem Versandweg nicht beschädigt wurde. Prüfen Sie insbesondere Zubehörteile, Bedienschalter und Steckverbinder. Bei offensichtlichen Schäden oder wenn das Gerät nicht spezifikationsgemäß funktioniert, wenden Sie sich bitte an Ihren Hioki-Händler oder Großhändler.
- Verwenden Sie für den Transport des Instruments dieselben Verpackungsmaterialien, die für die Lieferung an Sie verwendet worden sind.

Stellen Sie sicher, dass die Packung folgende Elemente enthält.

RM3548-50 Widerstandsmessgerät



Bedienungsanleitung



L2107 Messleitung mit Klemmen (S. 35)



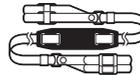
USB-Kabel (Typ A-MiniB)



Z2002 Temperatursensor (S. 36)



Riemen



LR6-Alkalibatterie × 8



Ersatzsicherung (F2AH/250 V)



Optionen

Die unten aufgelisteten Optionen sind für das Instrument verfügbar. Zum Bestellen einer Option wenden Sie sich bitte an einen autorisierten Hioki-Händler oder Großhändler. Das optionale Zubehör kann geändert werden. Sie finden die neuesten Informationen auf Hiokis Website. (S. Anhang28)

- L2107 Messleitung mit Klemmen



- 9453 Messleitung mit 4 Anschlüssen



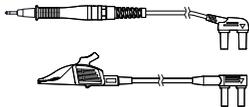
- 9465-10 Messleitung mit Prüfspitzen



- 9465-90 Prüfspitze (für 9465-10, 9465-11)



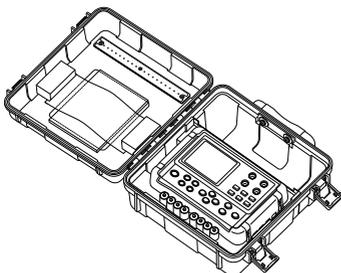
- L2140 Messleitung



- Z2002 Temperatursensor



- C1015 Tragetasche



- 9467 Messleitung mit großen Krokoklemmen



- 9772 Messleitung mit Prüfspitzen



- 9465-11 Messleitung mit Prüfspitzen



- 9772-90 Prüfspitze (für 9772)

- Z3210 Drahtlosadapter



- 9454 Lineal für Nullabgleich



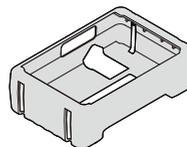
- Z5038 0 ADJ BOARD



- L2105 Befestigung des LED-Komparators



- Z5041 Schutzvorrichtung



Sicherheitshinweise

Das Instrument wurde in Übereinstimmung mit den IEC 61010 Sicherheitsnormen konstruiert und vor dem Versand gründlichen Sicherheitsprüfungen unterzogen. Sofern Sie allerdings bei der Nutzung des Instruments nicht die Anweisungen dieser Bedienungsanleitung beachten, können die integrierten Sicherheitsfunktionen wirkungslos werden.

Lesen Sie die folgenden Sicherheitshinweise sorgfältig durch, bevor Sie das Instrument verwenden.

GEFAHR



Durch Bedienungsfehler während der Verwendung besteht Verletzungs- oder Todesgefahr und die Gefahr von Sachschäden am Instrument. Stellen Sie sicher, dass Sie die Anweisungen und Sicherheitshinweise in der Bedienungsanleitung verstanden haben, bevor Sie das Instrument verwenden.

WARNUNG



Hinsichtlich der Energieversorgung bestehen Risiken durch elektrischen Schlag, Hitzeentwicklung, Feuer oder Lichtbogenentladungen durch Kurzschlüsse. Sofern das Instrument von nicht mit Strommessgeräten vertrauten Personen eingesetzt werden soll, ist eine Überwachung durch eine mit derartigen Instrumenten vertraute Person erforderlich.

Diese Bedienungsanleitung enthält Informationen und Warnungen, die wichtig für einen sicheren Betrieb des Instruments und die Aufrechterhaltung seines sicheren Betriebszustands sind. Lesen Sie die folgenden Sicherheitshinweise sorgfältig durch, bevor Sie das Instrument verwenden.

Kennzeichnung

In dieser Bedienungsanleitung sind der Schweregrad von Risiken und das Gefahrniveau folgendermaßen gekennzeichnet.

 GEFAHR	Kennzeichnet eine unmittelbare Gefahrensituation, die ein schweres Verletzungsrisiko oder Lebensgefahr für das Bedienpersonal darstellt.
 WARNUNG	Kennzeichnet eine potenzielle Gefahrensituation, die ein schweres Verletzungsrisiko oder Lebensgefahr für das Bedienpersonal darstellen kann.
 VORSICHT	Kennzeichnet eine potenzielle Gefahrensituation, die ein leichtes bis mittleres Verletzungsrisiko für das Bedienpersonal oder die Gefahr eines Sachschadens oder einer Fehlfunktion des Instruments verursachen kann.
WICHTIG	Kennzeichnet eine Information bezüglich der Bedienung des Instruments oder Wartungsaufgaben, mit denen das Bedienpersonal vertraut sein muss.
	Kennzeichnet eine Hochspannungsgefahr. Durch unzureichende Sicherheitsprüfung oder unsachgemäße Verwendung des Instruments kann es zu einem Stromschlag, einer Verbrennung oder Tod kommen.
	Kennzeichnet Verbote.
	Kennzeichnet eine Handlung, die durchgeführt werden muss.
*	Verweist auf im Folgenden aufgeführte Informationen.
S.	Kennzeichnet einen Verweis auf Referenzinformationen.
[]	Ein mit [] umschlossenes Element gibt eine Tastenbezeichnung an.

Am Instrument angebrachte Symbole

	Kennzeichnet Warnhinweise und Gefahren. Wenn dieses Symbol auf das Instrument aufgedruckt ist, beachten Sie das entsprechende Thema in der Bedienungsanleitung.
	Kennzeichnet eine Sicherung.
	Kennzeichnet DC (Gleichstrom).

Symbole für verschiedene Normen

	Kennzeichnet, dass das Produkt in den EU-Mitgliedsstaaten von der WEEE-Richtlinie (Waste Electrical and Electronic Equipment) abgedeckt wird. Entsorgen Sie das Produkt gemäß den lokal gültigen Vorschriften.
	Zeigt an, dass das Instrument den Vorschriften der EU-Richtlinie entspricht.

Bildschirmanzeige

Das Instrument verwendet die folgenden Bildschirmanzeigen.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
A	b	C	d	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

Genauigkeit

Die Messtoleranzen werden in f.s. (Messbereich), rdg. (Anzeigewert) und dgt. (Auflösung, digit) angegeben, denen die folgenden Bedeutungen zugrunde liegen:

f.s.	(maximaler Anzeigewert) Dies ist normalerweise der maximale Anzeigewert. Bei diesem Instrument wird damit der derzeit verwendete Bereich angegeben.
rdg.	(Anzeigewert oder angezeigter Wert) Der aktuell gemessene und auf dem Messinstrument angezeigte Wert.
dgt.	(Auflösung) Die kleinste anzeigbare Einheit auf einem Messinstrument, also der Eingangswert, bei dem auf der digitalen Anzeige eine „1“ angezeigt wird.

Siehe: „Genauigkeitsberechnungsbeispiele“ (S. 115)

Anwendungshinweise

Halten Sie diese Sicherheitsmaßnahmen ein, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten und die verschiedenen Funktionen des Instruments optimal nutzen zu können.

Die Verwendung des Geräts sollte nicht nur seinen Spezifikationen entsprechen, sondern auch den Spezifikationen aller Zubehörteile, Optionen, Batterien und anderer verwendeter Geräte.

Prüfung vor der Verwendung

Vor dem ersten Einsatz des Instruments sollten Sie es auf normale Funktionsfähigkeit prüfen, um sicherzustellen, dass keine Schäden während Lagerung oder Transport aufgetreten sind. Wenn Sie eine Beschädigung bemerken, wenden Sie sich an Ihren autorisierten Hioki Händler oder Großhändler.

GEFAHR



Prüfen Sie vor Nutzung des Instruments, dass die Ummantelung der Messleitungen oder Kabel nicht beschädigt ist und keine Metallteile offenliegen. Bei Einsatz des Instruments unter derartigen Bedingungen besteht die Gefahr eines tödlichen elektrischen Schlags. Tauschen Sie die Messleitungen gegen von unserem Unternehmen empfohlene Ersatzteile aus.

Installation

Wenn das Instrument an nicht geeigneten Orten montiert wird, kann dies Fehlfunktionen des Instruments oder Unfälle verursachen. Vermeiden Sie die folgenden Orte.

VORSICHT



- Direkte Sonneneinstrahlung oder hohe Temperatur
- Korrosive oder explosive Gase
- Wasser, Öl, Chemikalien oder Lösungsmittel
- Hohe Luftfeuchtigkeiten oder Kondenswasser
- Starkes elektromagnetisches Feld oder elektrostatische Ladung
- Hohe Mengen von Staubpartikeln
- In der Nähe von Induktionsheizsystemen (z. B. Hochfrequenzinduktionsheizungen oder Induktionskochfelder)
- Mit Vibrationsgefährdung

WICHTIG

Eine genaue Messung könnte bei starken Magnetfeldern, wie zum Beispiel in der Nähe von Transformatoren und Hochstromleitern, oder bei starken elektromagnetischen Feldern, wie in der Nähe von Funksendern, unmöglich sein.

Vorsichtsmaßnahmen für die Handhabung

WARNUNG



- Lassen Sie nicht zu, dass das Instrument nass wird, und verwenden Sie es nicht mit nassen Händen. Anderenfalls kann es zu einem Unfall durch einen Stromschlag kommen.
- Modifizieren, zerlegen oder reparieren Sie das Instrument nicht. Anderenfalls kann es zu Feuer, Unfällen durch Stromschläge oder Verletzungen kommen.

VORSICHT



- Das Instrument nicht auf unsicher stehenden oder geneigten Oberflächen aufstellen. Es kann herunterfallen und zu Verletzungen oder Störungen des Instruments führen.
- Vermeiden Sie Schäden am Instrument, indem Sie Vibrationen oder Erschütterungen während des Transports oder der Handhabung vermeiden. Achten Sie besonders darauf, das Instrument nicht fallen zu lassen, um Erschütterungen zu vermeiden.
- Legen Sie zur Vermeidung von Schäden am Instrument keine Spannung und keinen Strom an einen Messanschluss oder den TEMP.SENSOR- oder COMP.OUT-Anschluss an.

Vorsichtsmaßnahmen beim Transport

Beachten Sie beim Transport die folgenden Punkte.

Hioki haftet nicht für Schäden, die während des Transports auftreten.

VORSICHT



- Gehen Sie beim Transport des Instruments sorgfältig mit ihm um, damit es nicht durch Vibrationen oder Stöße beschädigt wird.
- Um Schäden am Instrument zu vermeiden, entfernen Sie vor dem Transport Zubehörteile und optionale Teile vom Instrument.

Wenn das Instrument über einen längeren Zeitraum nicht verwendet wird

WICHTIG

Um Korrosion und/oder Schäden am Instrument durch auslaufende Batterieflüssigkeit zu vermeiden, Batterien aus dem Instrument entfernen, wenn dieses über einen längeren Zeitraum gelagert werden soll.

Handhabung von Leitungen und Kabeln

GEFAHR



Um Unfälle durch Stromschläge zu vermeiden, schließen Sie die Messleitungen, an denen Spannung anliegt, nicht kurz.

VORSICHT



- Treten Sie nicht auf die Leitungen und klemmen Sie sie nicht ein, da dies die Isolierung der Leitungen beschädigen könnte.
- Vermeiden Sie das Abknicken und Zugbelastungen der Kabel- und der Leitungsanschlüsse, um die Kabel nicht zu beschädigen.



- Wenn Sie einen Steckverbinder entfernen, halten Sie ihn am Steckerteil und nicht am Kabel fest, um eine Drahtunterbrechung zu verhindern.
- Die Enden der Messleitungen mit Prüfspitzen sind scharf. Umsichtig handhaben, um Verletzungen zu vermeiden.
- Geschmolzener Leitungsdraht ist gefährlich, da sein Metallteil freiliegt. Achten Sie darauf, dass es zu keinem Kontakt zwischen dem Leitungsdraht und dem Hitze erzeugenden Teil kommt.
- Der Z2002 Temperatursensor ist präzisionsgefertigt. Äußerst hohe Spannungsimpulse oder statische Elektrizität können den Sensor beschädigen.
- Setzen Sie die Spitze des Z2002 Temperatursensors keinen starken Stößen aus und biegen Sie den Leitungsdraht nicht. Anderenfalls kann es zu Störungen oder Drahtunterbrechungen kommen.

WICHTIG

- Verwenden Sie nur die von unserem Unternehmen empfohlenen Messleitungen und Temperatursensoren. Anderenfalls kann es aufgrund eines schlechten Kontakts oder aus anderen Gründen zu ungenauen Messungen kommen.
- Wenn sich Schmutz auf dem Anschluss einer Messleitung befindet oder der Temperatursensor schmutzig ist, wischen Sie den Schmutz ab. Anderenfalls erhöht sich der Kontaktwiderstand, wodurch die Temperaturmessung beeinflusst wird.
- Achten Sie darauf, dass sich der Steckverbinder des Temperatursensors nicht ablöst. (Die Temperaturkorrektur- oder -umwandlungsfunktion funktioniert nicht, wenn sich der Steckverbinder ablöst.)

Vor dem Anbringen des Riemens

VORSICHT



Bringen Sie den Riemen sicher an den vier Befestigungspunkten am Instrument an. Anderenfalls kann das Instrument beim Tragen herunterfallen und beschädigt werden.

Batterien

WARNUNG



- Batterien nicht kurzschließen, öffnen oder verbrennen. Anderenfalls kann es zu einer Explosion kommen, was gefährlich ist.



- Alle Messleitungen vor dem Austauschen der Batterien entfernen.
- Die Abdeckung nach dem Austausch unbedingt wieder anbringen.

VORSICHT

Es können Leistungsverluste oder Schäden durch austretende Batterieflüssigkeit austreten. Beachten Sie die folgenden Hinweise.



- Keine neuen und alten Batterien oder verschiedene Batterietypen gemeinsam verwenden.
- Auf die Polung der Batterien achten. Es könnte sonst zu Leistungsverlusten oder Schäden durch austretende Batterieflüssigkeit kommen.
- Batterien nicht über ihr empfohlenes Haltbarkeitsdatum hinaus verwenden.
- Keine gebrauchten Batterien im Instrument lassen.



- Um Korrosion und/oder Schäden am Instrument durch auslaufende Batterieflüssigkeit zu vermeiden, Batterien aus dem Instrument entfernen, wenn dieses über einen längeren Zeitraum gelagert werden soll.

WICHTIG

- Wenn  leuchtet, ist die Batterieladung auf einen niedrigen Stand gesunken. Tauschen Sie die Batterien möglichst bald aus. Wenn  blinkt, ist die Batterieladung zu niedrig für eine Messung. Tauschen Sie die Batterien aus.
- Schalten Sie das Instrument nach seiner Verwendung unbedingt aus.
- Die in dieser Anleitung erwähnten „Batterien“ werden zum Betreiben des Instruments verwendet.
- Verwenden Sie nur den angegebenen Batterietyp (LR6-Alkalibatterien, HR6-Nickel-Metallhydrid-Batterien).
- Entsorgen Sie die Batterien gemäß den lokal gültigen Vorschriften.

Anzeige der verbleibenden Batterieladung

Anzeige	
	Die Batterie ist vollständig geladen.
	Wenn die Batterieladung sinkt, erlöschen die Balken von links aus.
	Die Batterieladung hat einen niedrigen Stand erreicht. Tauschen Sie die Batterien möglichst bald aus.
	(Blinkt) Die Lebensdauer der Batterien ist zu Ende. Tauschen Sie die Batterien gegen neue aus.

Vor dem Anschließen von Messleitungen

GEFAHR



Um Stromschläge und Unfälle durch Kurzschlüsse zu vermeiden, schalten Sie Messobjekte vor dem Anschließen von Messleitungen stets aus.

Vor dem Anschließen der L2105 Befestigung des LED-Komparators

VORSICHT



- Schalten Sie zur Vermeidung einer Funktionsstörung des Instruments und der L2105 Befestigung des LED-Komparators die Stromversorgung aus, bevor Sie die L2105 Befestigung des LED-Komparators anschließen.
- Der COMP.OUT-Anschluss ist nur für die L2105 bestimmt. Schließen Sie keinen anderen Anschluss als die L2105 an.
- Schließen Sie den Temperatursensor fest an. Anderenfalls werden die Spezifikationen möglicherweise nicht eingehalten.
- Wenn Sie einen Kabelbinder verwenden, ziehen Sie die Messleitung nicht übermäßig fest.
Anderenfalls könnte die Messleitung beschädigt werden.
- Führen Sie zur Vermeidung von Schäden am Kern oder an der Ummantelung eines Kabels Folgendes nicht aus.
Das Kabel verdrehen oder daran ziehen
Das Kabel um die L2105 Befestigung des LED-Komparators herum anschließen und es dabei zur kompakten Anbringung verbiegen

Vor dem Anschließen des Z2002 Temperatursensors

WARNUNG



Schließen Sie den Z2002 Temperatursensor fest an. Anderenfalls werden die Spezifikationen möglicherweise nicht eingehalten oder es kann eine Störung auftreten.

VORSICHT



- Schalten Sie zur Vermeidung einer Funktionsstörung des Instruments und des Z2002 Temperatursensors die Stromversorgung aus, bevor Sie den Z2002 Temperatursensor anschließen.
- Führen Sie den Z2002 Temperatursensor vollständig in den TEMP. SENSOR-Anschluss ein. Anderenfalls können die Messungen erhebliche Fehler aufweisen.

WICHTIG

Wenn der Anschluss des Z2002 Temperatursensors schmutzig ist, wischen Sie den Schmutz ab. Anderenfalls kann es zu einer fehlerhaften Temperaturmessung kommen.

Vorsichtsmaßnahmen bei Messungen

⚠️ GEFAHR

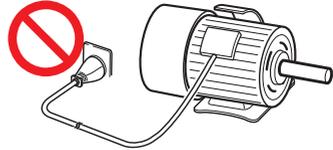


Um Unfälle durch Stromschläge zu vermeiden, schließen Sie die Messleitungen, an denen Spannung anliegt, nicht kurz.

⚠️ WARNUNG



- Um Unfälle durch Stromschläge oder Schäden am Instrument zu vermeiden, legen Sie keine Spannung an einen Messanschluss an. Um Elektrounfälle zu vermeiden, schalten Sie vor der Messung die Stromversorgung des Messobjekts aus.



Das Messobjekt ist an die Stromversorgung angeschlossen.

- Beim Anschließen/Trennen des Netzkabels an das/von dem Messobjekt können elektrische Funken auftreten. Verwenden Sie das Instrument nicht, wenn explosive Gase erzeugt werden.

⚠️ VORSICHT



- Messen Sie keinen Punkt, an dem Spannung angelegt wurde. Wenn ein Motor ausgeschaltet wird, stoppt er nicht umgehend, sondern rotiert noch träge. Und in diesem Zustand wird noch immer eine hohe elektromotorische Kraft erzeugt. Wenn ein Transformator oder ein Motor unmittelbar nach einer Spannungsprüfung gemessen wird, wird das Instrument aufgrund von der induzierten Spannung oder Restladung beschädigt.



Rotiert träge

- Wenn ein Transformator oder eine Spule mit einer Induktivität von 5 H oder mehr und mit einem Widerstand von 1Ω oder weniger gemessen wird, verwenden Sie nicht die Bereiche $3m\Omega$ oder $30m\Omega$, in denen ein Messstrom von 1 A fließt. Das Instrument könnte beschädigt sein.
- Versuchen Sie nicht, den internen Widerstand einer Batterie zu messen. Das Instrument wird dadurch beschädigt. Verwenden Sie zum Messen des internen Widerstands einer Batterie das HIOKI BT3554, BT3562, BT3563, oder 3561 Akkutestgerät.

WICHTIG

- Die SOURCE-Anschlüsse sind mit einer Sicherung geschützt. Wenn die Sicherung durchgebrannt ist, wird „FUSE“ angezeigt und der Widerstand kann nicht gemessen werden. Tauschen Sie die Sicherung in diesem Fall aus. (S. 135)
- Da das Instrument Gleichstrom für die Messung verwendet, kann es durch thermische EMK (elektromotorische Kraft) beeinflusst werden, wodurch es zu einem Messfehler kommen kann. Verwenden Sie in diesem Fall die Nullspannungskompensations-Funktion.
„4.4 Kompensieren des Offsets der thermischen EMK (Nullspannungskompensations-Funktion: OVC-Funktion)“ (S. 58)
„Anhang 6 Auswirkungen von thermischer elektromotorischer Kraft (Thermische EMK)“ (S. Anhang8)
- Wenn ein Netztransformator oder eine offene Magnetspule mit einer hohen Induktivität oder Ähnliches gemessen wird, stabilisiert sich der Messwert möglicherweise nicht. Schließen Sie in diesem Fall einen Folienkondensator mit 1 μF o. Ä. zwischen den Anschlüssen SOURCE A und SOURCE B an.
- Stellen Sie sicher, dass die Anschlüsse SOURCE-A, SENSE-A, SENSE-B und SOURCE-B voneinander isoliert sind. Wenn sich Kern- oder Abschirmdrähte berühren, kann das Instrument keine genaue vierpolige Messung ausführen und ein Messfehler tritt auf.

Verwendung des Z2002 Temperatursensors** VORSICHT**

Der Z2002 Temperatursensor ist keine wasserdichte Konstruktion. Halten Sie den Sensor nicht in Wasser oder eine andere Flüssigkeit.

WICHTIG

- Warten Sie bei Verwendung der Temperaturkorrekturfunktion für die Messung, bis sich das Messobjekt und der Z2002 Temperatursensor nahe genug an die Umgebungstemperatur angenähert haben. Anderenfalls kann ein erheblicher Messfehler auftreten.
- Halten Sie den Z2002 Temperatursensor nicht in der bloßen Hand. Anderenfalls kann die Aufnahme von Störsignalen die Messung destabilisieren.
- Der Z2002 Temperatursensor ist für die Messung in Umgebungstemperatur konzipiert. Die Temperatur eines Messobjekts kann auch dann nicht korrekt gemessen werden, wenn der Z2002 Temperatursensor an dessen Oberfläche oder einem anderen Teil angebracht ist.
- Führen Sie den Z2002 Temperatursensor vollständig in den TEMP.SENSOR-Anschluss ein. Anderenfalls können die Messungen erhebliche Fehler aufweisen.

1 Einleitung

1.1 Übersicht und Funktionen

1

Das Hioki RM3548-50 wendet die vierpolige Methode zur hochpräzisen Messung des DC-Widerstands von Messobjekten einschließlich Motor- und Transformatorwicklungen und Schweißverbindungen, Leiterplatten, Sicherungen, Widerstände und Materialien wie Leitgummi an. Das Instrument ermöglicht Temperaturkorrekturen und ist somit speziell für Messobjekte, deren Widerstandswerte sich mit der Temperatur ändern, geeignet.

Äußerst zuverlässige Spezifikationen, die in ein kompaktes Gehäuse mit geringem Gewicht integriert wurden

- Mit einem Anzeigebereich von 35.000-dgt. und einer Auflösung von $0,1\mu\Omega$
- Maximaler Messstrom: 1 A

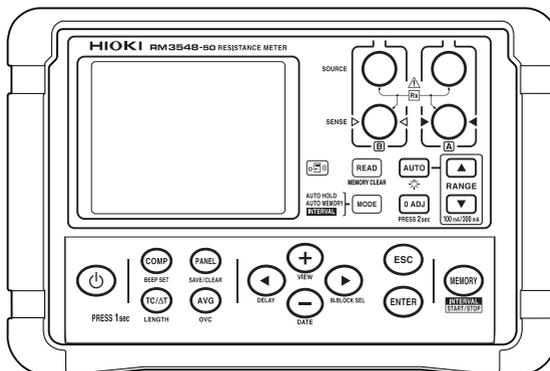
Vor dem Starten der Messung ist weder eine Aufwärmzeit noch ein Nullabgleich erforderlich.

Einfacher Temperaturerhöhungstest (zur Temperatureinschätzung während eines Leistungsstopps)

- Temperaturumwandlungs- und Intervallmessfunktion
- Unterstützt das Kopieren einer Messdatendatei vom Speicher des Instruments auf den PC

Ein durchdachtes Instrument, das für Messungen, bei denen Sie Ihre Hände und Augen nicht vom Messobjekt lassen müssen, gestaltet ist, wodurch es ideal für Wartungen und Messungen großer Produkte ist

- Tragbare Ausführung, an der ein Riemen angebracht werden kann
- Standard-Auto-Speicher und -Auto-Halten und die optionale L2105 Befestigung des LED-Komparators
- Unterstützt den Z3210 Drahtlosadapter (optional), mit dem das RM3548-50 mit verschiedenen Geräten wie PCs, Smartphones und Tablets kommunizieren kann
- Schutz vor Stürzen und Stößen durch die Schutzvorrichtung



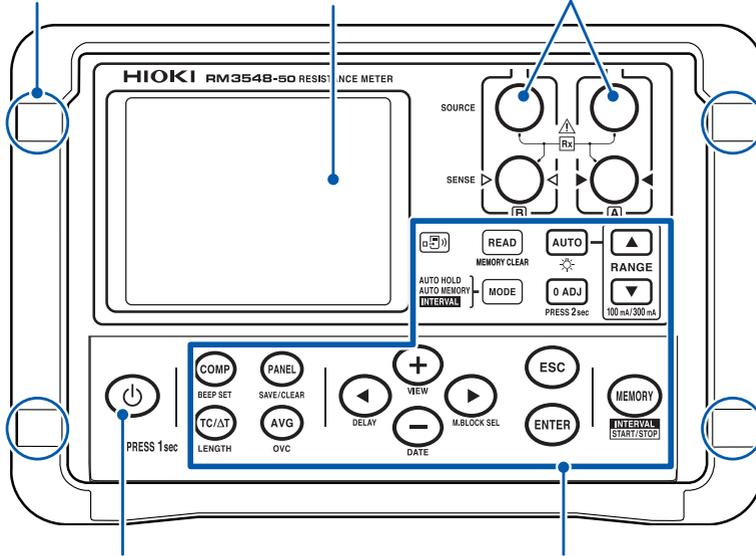
1.2 Komponentennamen und Betriebsübersicht

Vorderseite

Löcher (vier) zum Anbringen
des Riemens (S. 34)

Anzeige (S. 23)

Messklemmen
(S. 35)



[POWER]-Taste

Schaltet das Instrument ein/aus. (S. 37)

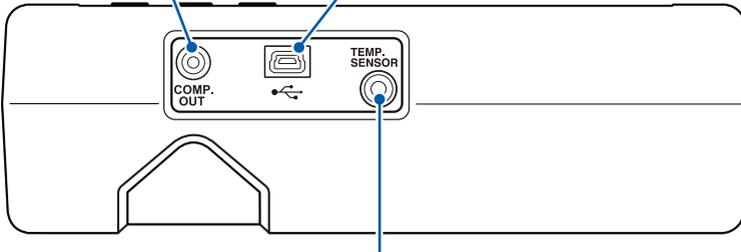
Bedientasten (S. 18)

Draufsicht**COMP. OUT-Anschluss**

Schließen Sie eine optionale L2105 Befestigung des LED-Komparators an. (S. 72)

USB-Anschluss

Verbinden Sie ein USB-Kabel. (S. 102)

**TEMP.SENSOR-Anschluss**

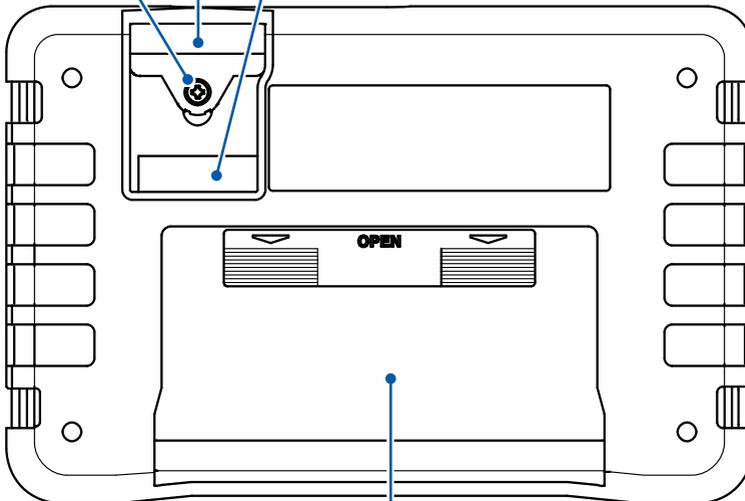
Schließen Sie den mitgelieferten Z2002 Temperatursensor an. (S. 36)

Rückansicht**Sicherungsdeckel**

Enthält eine Sicherung zum Schutz eines Messungsstromkreises. (S. 135)

Seriennummer

Sie finden die neuesten Informationen auf Hikis Website. Entfernen Sie diesen Aufkleber nicht, da die Nummer wichtig ist.

Stellschraube**Batterieabdeckung**

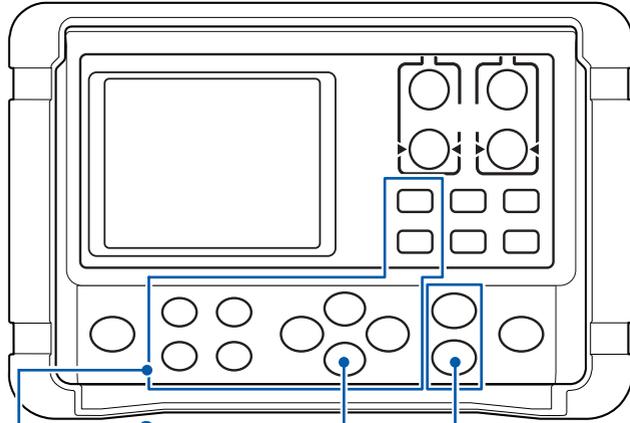
Enthält acht LR6-Alkalibatterien oder HR6-Nickel-Metallhydrid-Batterien. (S. 30)

Bedientasten

Taste	Beschreibung
 <p>COMP BEEP SET</p>	<p>[COMP]-Taste (S. 68)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Komparator: oFF → ON (ABS-Modus) → ON (REF%-Modus) <p>[BEEPSET]-Taste (gedrückt halten) (S. 71)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswertungston: oFF → Hi → in → Lo → Hi-Lo → ALL1 → ALL2
 <p>TC/ΔT LENGTH</p>	<p>[TC/ΔT]-Taste (S. 56) (S. 73)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperaturkorrektur-/umwandlungsfunktion: oFF → TC → ΔT <p>[LENGTH]-Taste (gedrückt halten) (S. 76)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Längenumwandlungsfunktion: oFF → ON
 <p>PANEL SAVE/CLEAR</p>	<p>[PANEL]-Taste (S. 81)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laden eines Panels: Ändert die Panel-Nr. „PrSEt“ initialisiert die Messbedingungen. <p>[SAVE/CLEAR]-Taste (gedrückt halten) (S. 80, S. 82)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Speichert und löscht Panels: SAVe → CLr
 <p>AVG OVC</p>	<p>[AVG]-Taste (S. 55)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durchschnittsfunktion: oFF → 2 → 5 → 10 → 20 <p>[OVC]-Taste (gedrückt halten) (S. 58)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nullspannungskompensations- (OVC-) Funktion: oFF → on
 <p>DELAY</p>	<p>[←]-Taste</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückt zu einer anderen Ziffer der Einstellung <p>[DELAY]-Taste (gedrückt halten) (S. 60)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verzögerungsfunktion: PrSEt (Werkseinstellung) → 10 ms → 30 ms → 50 ms → 100 ms → 300 ms → 500 ms → 1000 ms
 <p>M.BLOCK SEL</p>	<p>[▶]-Taste</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückt zu einer anderen Ziffer der Einstellung <p>[M.BLOCK SEL]-Taste (gedrückt halten) (S. 92)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wählt einen Speicherblock: A → b → C → d → E → F → G → H → J → L
 <p>VIEW</p>	<p>[+]-Taste</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ändert Werte und Elemente <p>[VIEW]-Taste (gedrückt halten) (S. 45)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wechselt die Anzeige: Temperatur → keine Anzeige → Speichernummer (MEMORY No.)
 <p>DATE</p>	<p>[-]-Taste</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ändert Werte und Elemente <p>[DATE]-Taste (gedrückt halten) (S. 105)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zeigt den Bestätigungsbildschirm für Datum und Uhrzeit an.
 <p>ESC</p>	<p>[ESC]-Taste</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hebt die Einstellung auf (im Einstellungsbildschirm) • Hebt einen HOLD-Status auf (wenn der HOLD-Status aktiviert ist)
 <p>ENTER</p>	<p>[ENTER]-Taste</p> <p>Wendet die Einstellung an</p>

Taste	Beschreibung
 	<p>[MEMORY]-Taste (S. 93)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Speichert die Messwerte (manueller Speicher) <p>[START/STOP]-Taste (gedrückt halten) (S. 95)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Startet/stoppt die Intervallmessung (im Intervallmodus)
	<p>[READ]-Taste (S. 97)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zeigt gespeicherte Messdaten an <p>[MEMORY CLEAR]-Taste (gedrückt halten) (S. 98)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Löscht den Speicher: LAsT (neueste Daten aus dem ausgewählten Block) → bLoC (ausgewählter Block) → ALL (alle Daten)
	<p>[MODE]-Taste (S. 48, S. 94, S. 95)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schaltet den Speicherhaltemodus um: oFF → A.HOLD (Auto-Halten) → A.HOLD,A.MEMORY (Auto-Speicher) → INTERVAL (Intervallfunktion) <p>[MODE]-Taste (gedrückt halten) (S. 94)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schaltet die Drahtloskommunikations-Funktion ein/aus
 	<p>[AUTO]-Taste (S. 43)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stellt den Auto-Bereich ein/aus: AUTO leuchtet → leuchtet nicht <p>[AUTO]-Taste (gedrückt halten) (S. 107)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schaltet die Hintergrundbeleuchtung ein/aus
 <small>PRESS 2sec</small>	<p>[0 ADJ]-Taste (gedrückt halten) (S. 50)</p> <p>Nullabgleich</p>
 <small>RANGE</small>  <small>100 mA/300 mA</small>	<p>[RANGE]-Taste (▲▼) (S. 42)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Messbereich: 3 mΩ ↔ 30 mΩ ↔ 300 mΩ ↔ 3 Ω ↔ 30 Ω ↔ 300 Ω ↔ 3 kΩ ↔ 30 kΩ ↔ 300 kΩ ↔ 3 MΩ <p>[100mA/300mA]-Taste (▼) (gedrückt halten)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schaltet zwischen den Messströmen des 300 mΩ-Bereichs um

Betriebsübersicht



1 Wählen Sie eine Funktion.

2 Konfigurieren Sie Einstellungen.

3 Wenden Sie Einstellungen an.

Die unter jeder Taste gezeigte Funktion kann durch Drücken und Halten der Taste gewählt werden.

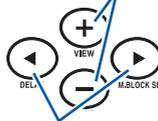


Name der Taste, die eingeschaltet wird, wenn sie gedrückt wird



Name der Taste, die eingeschaltet wird, wenn sie gedrückt gehalten wird

Ändert Elemente/Werte.



Bewegt Zahlen.



Abbrechen



Anwenden

Einschalteneinstellungen

Zur Ausführung einer der folgenden Einstellungen muss der Strom eingeschaltet werden, während eine bestimmte Taste gedrückt gehalten wird.

Für Einzelheiten siehe die angegebene Seite.

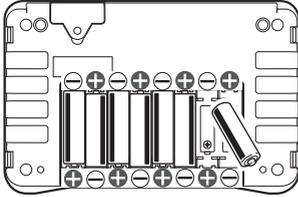
Aufheben des Nullabgleichs (S. 54)	 + 
Umstellen auf einen anderen Messstrom (S. 62)	 + 
Deaktivieren der automatischen Stromsparfunktion (APS) (S. 38)	 + 
Ändern des Dezimalzeichens und Trennzeichens für eine CSV-Datei (S. 104)	 + 
Einstellen von Datum und Uhrzeit (S. 106)	 + 
Löschen aller gespeicherten Messdaten (S. 101)	 + 
Zurücksetzen der aktuellen Messbedingungen (S. 108)	 +  + 
Zurücksetzen des Systems (S. 108)	 +  +  + 
Einstellung zum automatischen Ausschalten der Hintergrundbeleuchtung EIN/AUS (S. 107)	 + 
Einstellung der HID-Funktion ON/OFF (S.88)	 + 

1.3 Ablauf des Messverfahrens

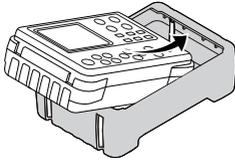
Lesen Sie vor der Verwendung des Instruments unbedingt „Anwendungshinweise“ (S. 7).

Vorbereitung vor der Messung

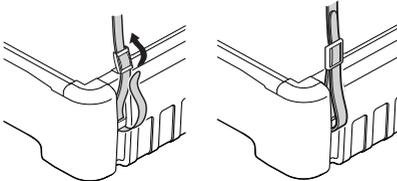
- 1** Laden Sie die Batterien oder tauschen Sie sie aus. (S. 30)



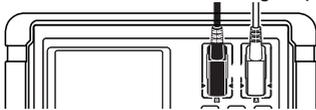
- 2** Bringen Sie die Schutzvorrichtung (S. 35) an



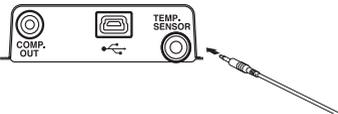
- 3** Bringen Sie den Riemen an. (S. 34)



- 4** Verbinden Sie die Messleitungen. (S. 35)

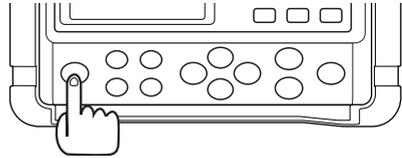


- 5** Schließen Sie einen Z2002 Temperatursensor an. (S. 36)

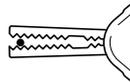
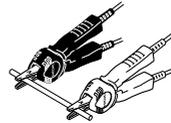


Messung

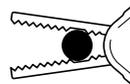
- 1** Schalten Sie den Strom ein und konfigurieren Sie Einstellungen.* (S. 37)



- 2** Schließen Sie die Messleitungen an das Messobjekt an. (S. 44)



Anklemmen an einen dünnen Draht (mit dem Backenrand)



Anklemmen an einen dicken Draht (mit dem nicht gezahnten, inneren Teil der Backen)

- 3** Lesen Sie den Messwert ab. (S. 45)

- 4** Entfernen Sie die Messleitungen vom Messobjekt und schalten Sie den Strom aus. (S. 37)

* Führen Sie in den folgenden Fällen den Nullabgleich aus:

- Die Anzeige wurde aufgrund von thermischer EMK oder anderen Faktoren nicht gelöscht. → Die Anzeige wird auf Null geändert.

(Die Genauigkeit wird unabhängig davon, ob der Nullabgleich ausgeführt wird oder nicht, nicht beeinflusst.)

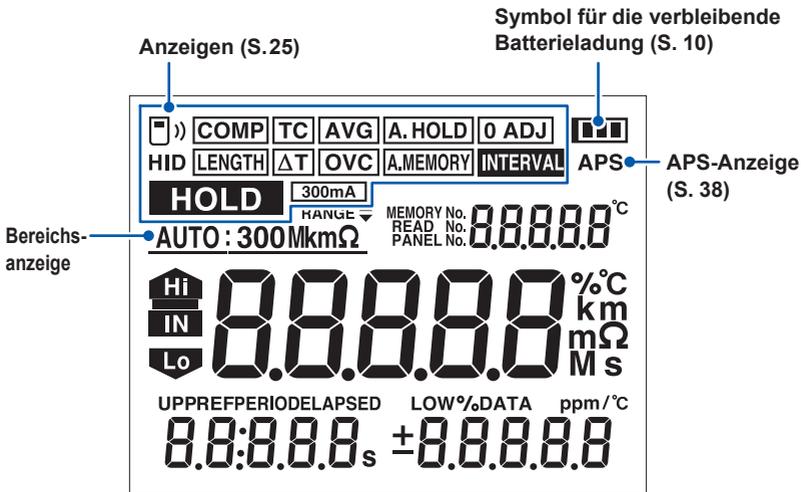
Thermische EMK kann außerdem durch die Verwendung von OVC aufgehoben werden. (S. 58)

- Ein vierpoliger Anschluss (als Kelvin-Anschluss bezeichnet) ist schwierig.
→ Der Restwiderstand der zweipoligen Verbindungsdrähte wird aufgehoben.
Informationen zu Nullabgleichsverfahren finden Sie unter (S. Anhang11).

1.4 Bildschirmlayout

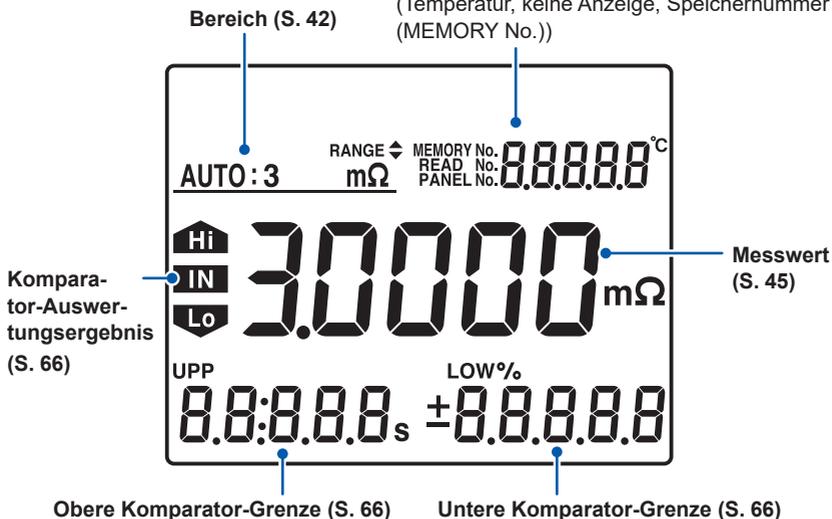
Anzeige (wenn die gesamte Anzeige leuchtet)

Zeigt Messbedingungen, Einstellungen, Messwerte, Speichernummern (MEMORY No.), Panelnummern, Komparatoreinstellungen, Auswertungsergebnisse etc. an. Für Informationen zur Fehleranzeige siehe „Fehlermeldung und Maßnahmen“ (S. 132).

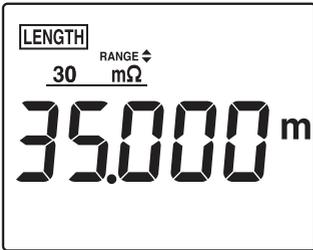


Bildschirm für die Widerstandsmessung

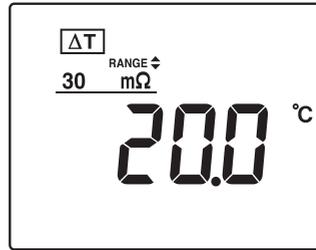
Verwenden der [VIEW]-Taste zum Umschalten des Anzeigedisplays (S. 45)
(Temperatur, keine Anzeige, Speichernummer (MEMORY No.))



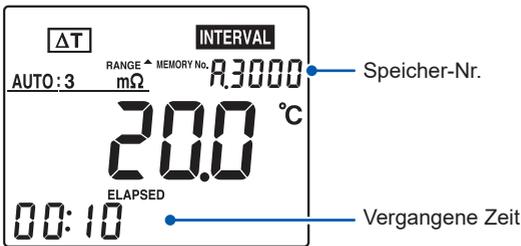
Messbildschirm für die Längenumwandlung (S. 76)



Messbildschirm für die Temperaturumwandlung (ΔT) (S. 73)



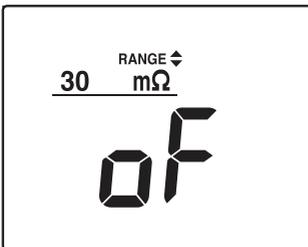
Intervallmessbildschirm (S. 95)



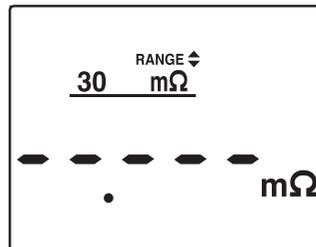
(Wird auf dem Bildschirm angezeigt, wenn ΔT eingeschaltet ist.)

Anzeige ohne Messwert (siehe „Überprüfen von Messfehlern“ (S. 46) für Einzelheiten)

Außerhalb des Bereichs



Stromfehler



Die Schutzfunktion läuft



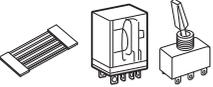
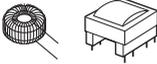
Durchgebrannte Sicherung



COMP	Leuchtet: Die Komparator-Funktion ist aktiviert. Blinkt: Die Funktion der gedrückten Taste kann nicht ausgeführt werden, da die Komparator-Funktion aktiviert ist.	(S. 68)	
LENGTH	Leuchtet: Die Längenumwandlungsfunktion ist aktiviert. Blinkt: Die Funktion der gedrückten Taste kann nicht ausgeführt werden, da die Längenumwandlungsfunktion aktiviert ist.	(S. 76)	
TC	Die Temperaturkorrekturfunktion ist aktiviert.	(S. 56)	
ΔT	Leuchtet: Die Temperaturumwandlungsfunktion ist aktiviert. Blinkt: Die Funktion der gedrückten Taste kann nicht ausgeführt werden, da die Temperaturumwandlungsfunktion aktiviert ist.	(S. 73)	
AVG	Die Messwert-Durchschnittsfunktion ist aktiviert.	(S. 55)	
OVC	Die OVC-Funktion ist aktiviert.	(S. 58)	
A. HOLD	Die Auto-Haltefunktion ist aktiviert.	(S. 48)	
A.MEMORY	Die Auto-Speicherfunktion ist aktiviert.	(S. 94)	
0 ADJ	Leuchtet: Die Nullabgleichsfunktion ist aktiviert. Blinkt: Der Nullabgleich wird ausgeführt.	(S. 50)	
INTERVAL	Leuchtet: Die Intervallmessfunktion ist aktiviert. Blinkt: Die Funktion der gedrückten Taste kann nicht ausgeführt werden, da eine Intervallmessung ausgeführt wird oder die Intervallmessfunktion aktiviert ist.	(S. 95)	
300mA	Der Messstrom ist auf Hi (300 mA) im Bereich 300 mΩ eingestellt.	(S. 62)	
HOLD	Der Messwert wird gehalten.	(S. 48)	
Hi	Das Komparator-Auswertungsergebnis zeigt „Messwert > obere Grenze“ an.	(S. 66)	
IN	Das Komparator-Auswertungsergebnis zeigt „untere Grenze ≤ Messwert ≤ obere Grenze“ an.		
Lo	Das Komparator-Auswertungsergebnis zeigt „Messwert < untere Grenze“ an.		
RANGE ⇄	Der Bereich kann geändert werden.	(S. 42)	
AUTO :	Die Auto-Bereichsfunktion ist aktiviert.		
UPP	Oberer Komparator-Grenzwert	REF Komparator-Referenzwert	(S. 66)
LOW	Unterer Komparator-Grenzwert	% Zulässiger Bereich des Komparators	
PERIOD	Einzuhaltende Messungszeit (im Intervallmodus)		(S. 95)
ELAPSED	Vergangene Messungszeit (im Intervallmodus)		
DATA	Anzahl an Datenelementen, die gehalten werden können		(S. 92)
ppm/°C	Temperaturkoeffizient für die Temperaturkorrektur (bei aktivierter Temperaturkorrektur)		(S. 56)
))	Die Drahtloskommunikations-Funktion ist aktiviert.		(S. 86)
HID	Die HID-Funktion ist aktiviert.		(S. 88)

1.5 Prüfen des Messobjekts

Um eine Widerstandsmessung ordnungsgemäß auszuführen, ändern Sie die Messbedingungen korrekt entsprechend des Messobjekts. Verwenden Sie vor dem Starten einer Messung die in der folgenden Tabelle empfohlenen Beispiele zum Konfigurieren des Instruments.

Messobjekt	Empfohlene Einstellungen (Fettgedrucktes gibt eine Änderung der Werkseinstellung an.)		
	Temperaturkorrektur (S. 56)/Temperaturumwandlung (S. 73)	OVC (S. 58)	Messstrom im Bereich 300 mΩ (S. 62)
Motor, Magnet, Drosselspule, Transformator, Kabelbaum 	TC	OFF	Lo
Für Strom Kontakt, Kabelbaum, Steckverbinder, Relaiskontakt, Schalter 	*1	ON	Lo
Leitfähiges Beschichtungsmaterial, leitfähiger Gummi 	-	OFF	Lo
Allgemeine Widerstandsmessung Sicherung, Widerstand, Heizung, Verkabelung, Schweißverbindung 	*1	ON	Lo
Temperaturerhöhungstest (Motor, Drosselspule, Transformator) 	ΔT^{*2}	OFF	Lo
Fahrzeug-Erdungsdraht Für Signal- Kontakt, Kabelbaum, Steckverbinder, Relaiskontakt, Schalter 	*1	ON	Hi (300 mA)
	Wenn das Instrument zum Messen des Widerstands eines Signalkontakts verwendet wird, wird der Kontaktstatus geändert, da seine offene Stromkreisspannung und sein Messstrom hoch sind. Verwenden Sie zum Messen eines Signalkontakts das RM3545.		

- *1 Wenn das Messobjekt stark von der Temperatur abhängt, verwenden Sie die Temperaturkorrekturfunktion.
- *2 Die Intervallmessfunktion ermöglicht Ihnen das Speichern eines Messwerts zu jedem festgelegten Intervall. (S. 95)

1

WICHTIG

Wenn eine Messung unter Verwendung der PrSEt- (voreingestellte) Verzögerungseinstellung fehlschlägt, stellen Sie eine ausreichende Verzögerungszeit ein. (S. 60)

2

Vorbereitung vor der Messung

Lesen Sie vor der Verwendung des Instruments unbedingt „Anwendungshinweise“ (S. 7).

2

Laden oder Austauschen der Batterien (S. 30)

Installation des Z3210 Drahtlosadapters (optionales Zubehör) (S.32)

Anbringen der Z5041 Schutzvorrichtung (S. 33)

Anbringen des Riemens (S. 34)

Anschließen der Messleitungen (S. 35)

Anschließen des Z2002 Temperatursensors (S. 36)

Inspektion des Instruments (S. 39)

Einschalten des Stroms (S. 37)

Messung

Ausschalten des Stroms (S. 37)

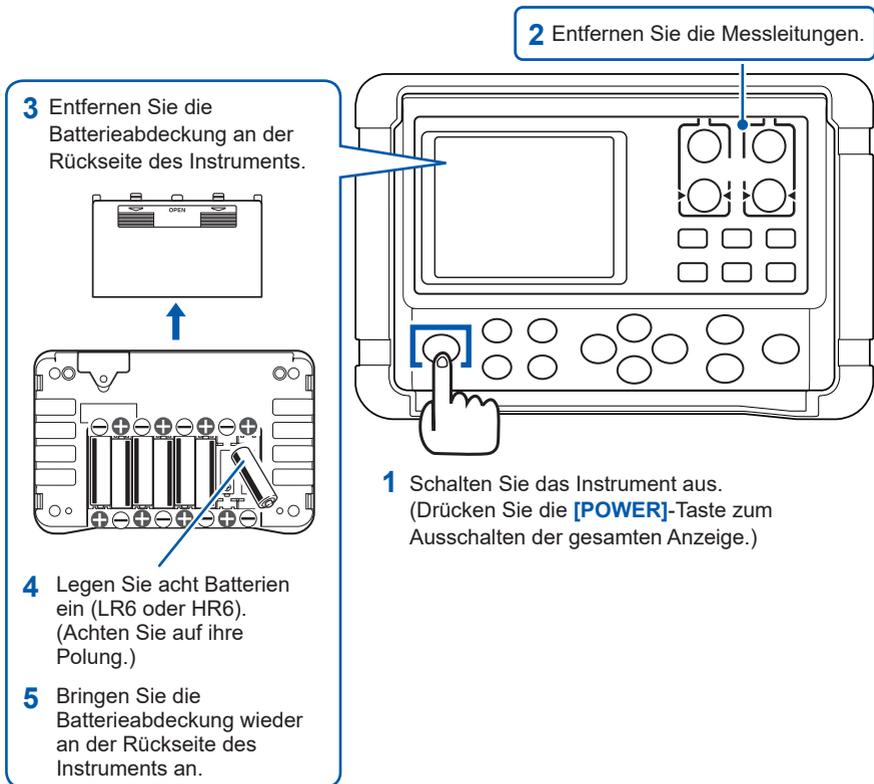
Wenn das Instrument über einen längeren Zeitraum nicht bedient wird, wird es automatisch ausgeschaltet. (APS-Funktion) (S. 38)

2.1 Einlegen oder Austauschen der Batterien

Vor dem ersten Einsatz des Instruments setzen Sie acht LR6-Alkalibatterien oder HR6-Nickel-Metallhydrid-Batterien ein. Prüfen Sie vor der Messung, dass das Instrument über genügend Batterieladung verfügt. Tauschen Sie bei geringer Batterieladung die Batterien aus. Mit einem Blick auf das Batteriesymbol können Sie die verbleibende Batterieladung prüfen. (S. 10)

Vorbereitung

- Neue LR6-Alkalibatterien ×8 oder vollständig geladene HR6-Nickel-Metallhydrid-Batterien ×8



Nickel-Metallhydrid-Batterien

VORSICHT



Wenn das Instrument verwendet wird, setzen Sie acht LR6-Alkali-Batterien oder vier voll aufgeladene HR6-Nickel-Metallhydrid-Batterien ein.

Das mit Nickel-Metallhydrid-Batterien betriebene Gerät zeigt eine ungenaue verbleibende Batterieladung an, kann aber selbst mit solchen eingesetzten Batterien ohne weitere Probleme verwendet werden.

Siehe nachfolgend die durchgängige Betriebsdauer (nur für Referenzzwecke).

Wenn acht LR6-Alkalibatterien oder acht HR6-Nickel-Metallhydrid-Batterien (mit einer Kapazität von 1900 mAh) verwendet werden

Ca. 10 Stunden

Beim Vornehmen von Messungen unter Verwendung des 3 m Ω -Bereichs für 1 s pro 10 s, Hintergrundbeleuchtung aus

Für weitere Informationen über Nickel-Metallhydrid-Batterien, deren Funktionstüchtigkeit Hioki garantiert, besuchen Sie eine FAQ-Seite auf der globalen Website von Hioki.

2.2 Verbinden des Z3210 Drahtlosadapters (optional)

Wenn Sie den Z3210 Drahtlosadapter (optional) im Instrument installieren, können Sie die Drahtloskommunikations-Funktion nutzen.

Siehe „7.1 Kommunikation mit einem mobilen Gerät“ (S. 84)

WARNUNG



Schalten Sie das Instrument aus und entfernen Sie die Messleitung.
Es könnte sonst zu einem elektrischen Schlag kommen.

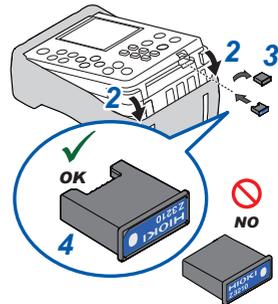
VORSICHT



Leiten Sie vor der Handhabung des Z3210 statische Elektrizität an Ihrem Körper ab, indem Sie ein metallisches Teil wie z. B. einen Türknauf berühren.

Andernfalls könnte der Z3210 durch statische Elektrizität beschädigt werden.

- 1** Schalten Sie das Instrument aus und entfernen Sie die Messleitung.
- 2** Entfernen Sie die Z5041 Schutzvorrichtung, indem Sie sie wie gezeigt nach unten drücken.
- 3** Schutzkappe mit einem Schlitzschraubendreher entfernen.
- 4** Führen Sie den Z3210 so weit wie möglich unter Beachtung der richtigen Ausrichtung ein.
- 5** Bringen Sie die Schutzvorrichtung an.

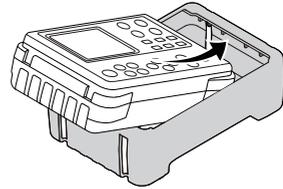


- Bewahren Sie die entfernte Schutzkappe auf.
- Bringen Sie beim Entfernen des Z3210 die Schutzkappe an.

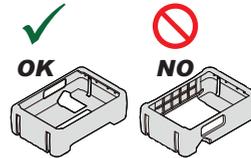
2.3 Anbringen der Z5041 Schutzvorrichtung

Wenn die Z5041 Schutzvorrichtung vom Instrument entfernt wurde, bringen Sie sie gemäß der folgenden Anleitung an.

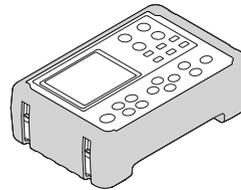
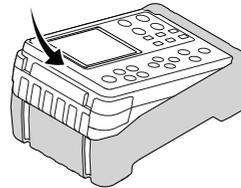
- 1** Schalten Sie das Instrument aus und entfernen Sie die Messleitung.



- 2** Setzen Sie das Instrument in die Z5041 Schutzvorrichtung ein. Achten Sie auf die richtige Ausrichtung.

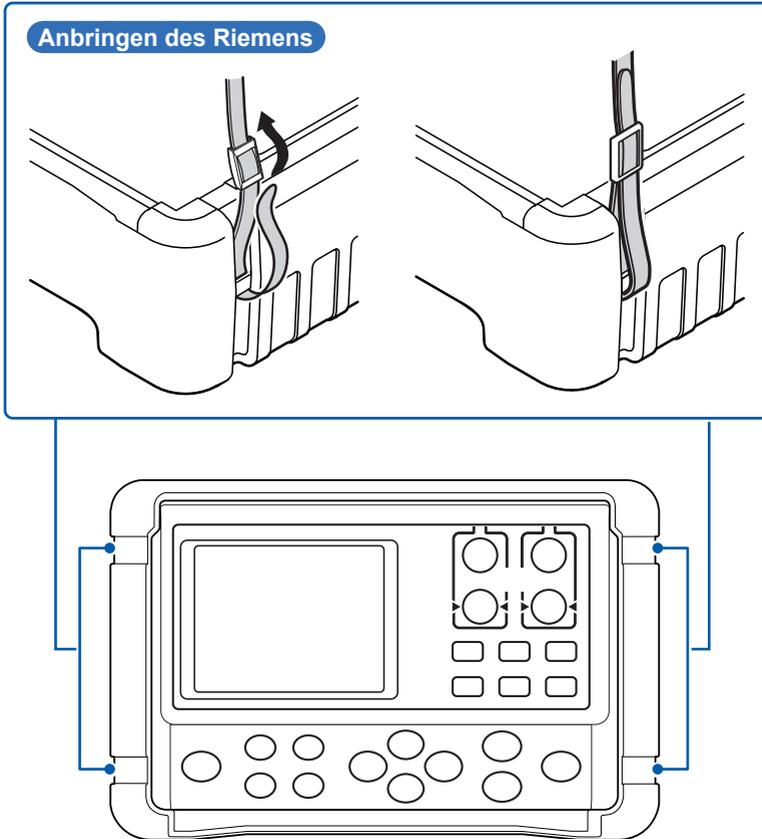


- 3** Schieben Sie das Instrument in Pfeilrichtung in die Schutzvorrichtung.



2.4 Anbringen des Riemens

Wenn Sie den Riemen am Instrument anbringen, können Sie dieses mit dem Riemen um Ihren Hals verwenden. Befolgen Sie das nachfolgend gezeigte Verfahren zum Anbringen des Riemens.



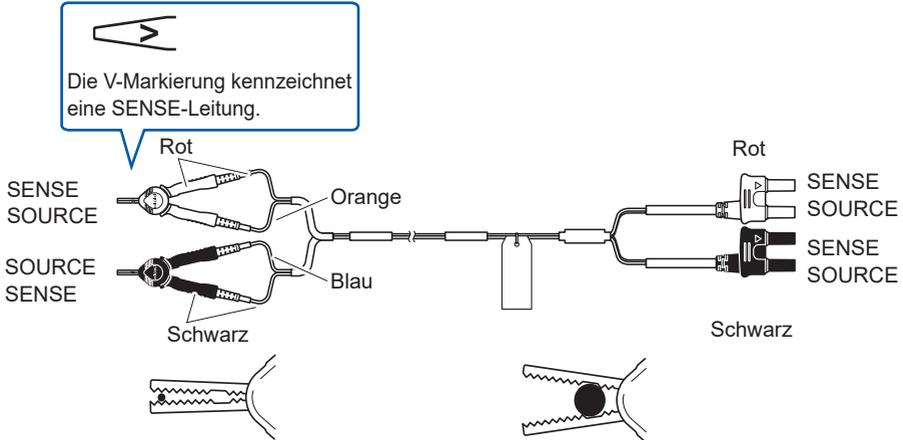
2.5 Anschließen der Messleitungen

2

Verwenden Sie die mitgelieferten L2107 Messleitungen mit Klemmen oder wählen Sie aus unserem breiten Spektrum an optionalen Messleitungen. Weitere Informationen zu den Leitungsoptionen finden Sie unter „Optionen“ (S. 3).

Messleitungen

(Beispiel: L2107 Messleitungen mit Klemmen)



Zum Anklemmen an einen dünnen Draht

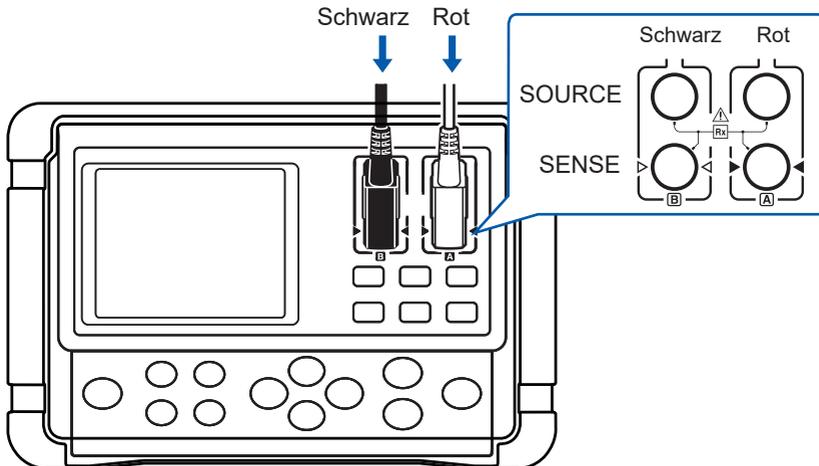
(Verwenden Sie den Backenrand.)

Zum Anklemmen an einen dicken Draht

(Verwenden Sie den hinteren, nicht gezahnten Basisteil der Backen.)

Schließen Sie die Messleitungen an das Instrument an.

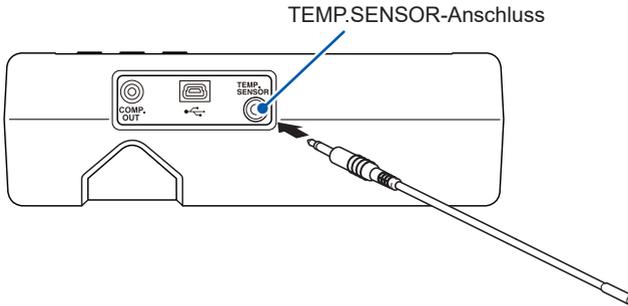
Schließen Sie die vier Anschlüsse an: SOURCE (A und B) und SENSE (A und B).



2.6 Anschließen des Z2002 Temperatursensors (bei Verwendung von TC oder ΔT)

Schließen Sie den Z2002 Temperatursensor an den TEMP.SENSOR-Anschluss an.

Verbindungsmethode

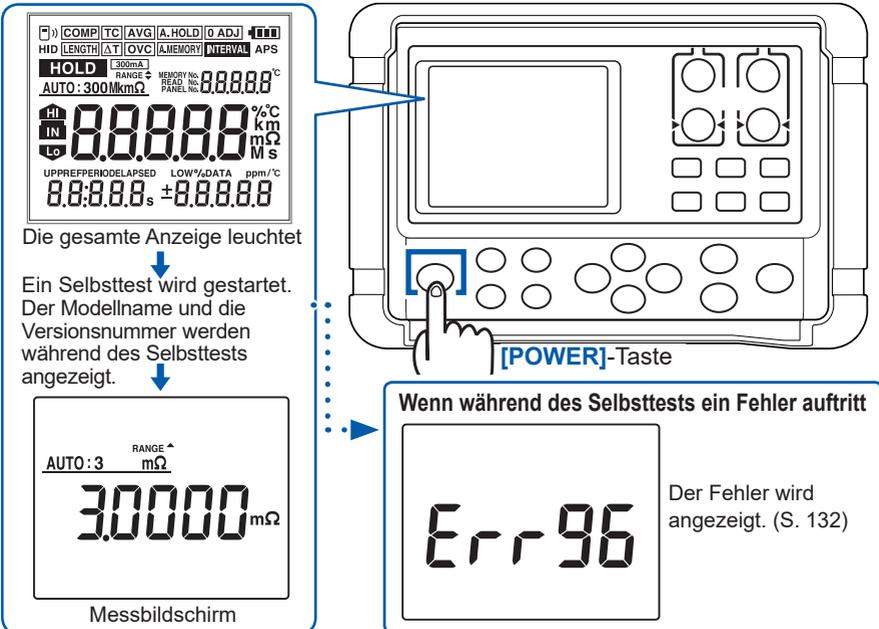


Führen Sie den Anschluss vollständig ein.

2.7 Ein-/Ausschalten des Instruments

Einschalten des Instruments

Drücken Sie die **[POWER]**-Taste zum Einschalten des Instruments. Halten Sie die Taste gedrückt, bis die Anzeige vollständig eingeschaltet ist.



Die gesamte Anzeige leuchtet

Ein Selbsttest wird gestartet. Der Modellname und die Versionsnummer werden während des Selbsttests angezeigt.

Wenn während des Selbsttests ein Fehler auftritt

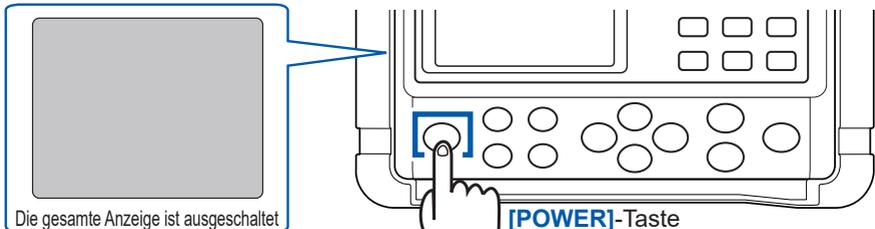
Der Fehler wird angezeigt. (S. 132)

Messbildschirm

[POWER]-Taste

Ausschalten des Instruments

Drücken Sie die **[POWER]**-Taste zum Ausschalten des Instruments. Halten Sie die Taste gedrückt, bis die Anzeige vollständig ausgeschaltet ist.



Die gesamte Anzeige ist ausgeschaltet

[POWER]-Taste

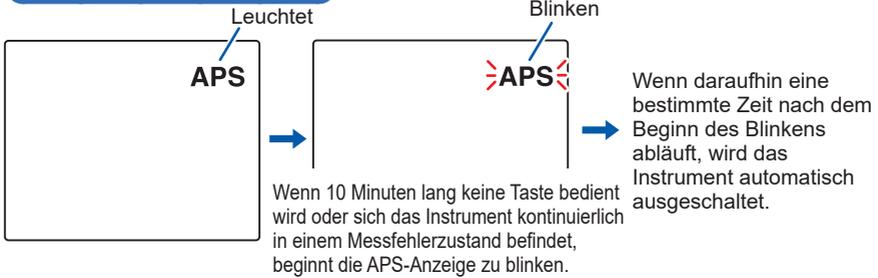
WICHTIG

Wenn das Instrument wieder eingeschaltet wird, wird der vorherige Zustand, der vor dem Ausschalten des Instruments verwendet wurde, fortgesetzt.

Automatisches Ausschalten mithilfe der automatischen Stromsparfunktion (APS)

Wenn das Instrument nicht verwendet wird, wird es durch die APS-Funktion automatisch ausgeschaltet, um den Batterieverbrauch zu reduzieren.

Auto-Bereichsfunktion EIN

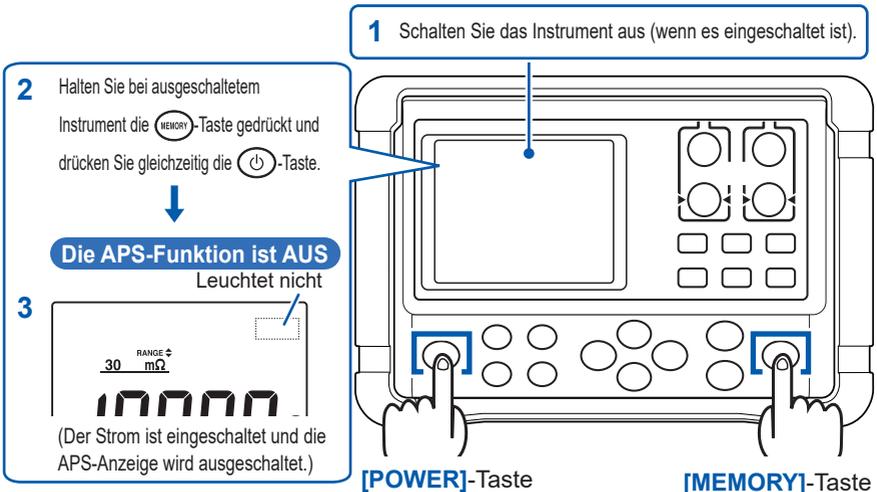


WICHTIG

- Während einer Intervallmessung wird die APS-Funktion automatisch ausgeschaltet. Wenn die Intervallmessung beendet wird, wird die APS-Funktion automatisch eingeschaltet.
- Bei einer USB-Verbindung wird die APS-Funktion automatisch ausgeschaltet. Wenn die USB-Verbindung getrennt wird, wird die APS-Funktion automatisch eingeschaltet.

Deaktivieren der automatischen Stromsparfunktion (APS)

Um die APS-Funktion zu deaktivieren, drücken Sie die **[POWER]**-Taste und halten Sie gleichzeitig die **[MEMORY]**-Taste gedrückt, wenn das Instrument ausgeschaltet ist. Die Einstellung der APS-Funktion wird nicht gespeichert. Wenn das Instrument wieder eingeschaltet wird, wird die APS-Funktion wieder aktiviert.



2.8 Inspektion vor der Messung

Untersuchen Sie das Instrument vor seiner Verwendung, um sicherzustellen, dass keine Schäden während der Lagerung oder des Transports aufgetreten sind und es normal funktioniert. Wenn Sie eine Beschädigung bemerken, wenden Sie sich an Ihren autorisierten Hioki Händler oder Großhändler.

Überprüfung des Instruments und seines Umfelds

Inspektionselement	Maßnahme
Ist das Instrument beschädigt oder weist es Risse auf? Liegen interne Stromkreise frei?	Wenn eine Beschädigung erkannt wird, verwenden Sie es nicht. Senden Sie es zur Reparatur ein.
Befindet sich Staub oder Schmutz, wie zum Beispiel Metallstücke, auf den Anschlüssen?	Wenn Staub oder Schmutz an einem Anschluss haftet, reinigen Sie den Anschluss mit einem Wattestäbchen oder Ähnlichem.
Ist die Ummantelung einer Messleitung unterbrochen oder liegt das Metall frei?	Wenn die Ummantelung einer Messleitung unterbrochen ist, wird der Messwert möglicherweise instabil oder fehlerhaft. Tauschen Sie die beschädigte Messleitung aus.

Überprüfungen nach dem Einschalten

Inspektionselement	Maßnahme
Ist die verbleibende Batterieladung ausreichend?	Das  -Symbol oben rechts in der Anzeige zeigt den aktuellen Status an. Wenn sich das Symbol ändert und  angezeigt wird, ist die verbleibende Batterieladung niedrig. Tauschen Sie die Batterien möglichst bald aus. Wenn die Batterieladung auf einen zu niedrigen Stand für eine Fortsetzung der Messung sinkt, beginnt  zu blinken. Tauschen Sie die Batterien aus.
Fehlt ein Element auf dem Bildschirm?	Schalten Sie den Strom ein, um sicherzustellen, dass die gesamte Anzeige eingeschaltet wird. (S. 23) Wenn ein Element fehlt, senden Sie das Instrument zur Reparatur ein.
Wenn Sie das Instrument einschalten, schaltet sich die gesamte Anzeige ein und werden dann der Modellname und ein Messbildschirm auf dem Bildschirm angezeigt?	Wenn sich der Bildschirm anders verhält, ist das Instrument möglicherweise intern beschädigt. Senden Sie es zur Reparatur ein. Siehe: „11.1 Fehlerbeschreibung“ (S. 126) „Fehlermeldung und Maßnahmen“ (S. 132)

Lesen Sie vor der Messung unbedingt „Vorsichtsmaßnahmen bei Messungen“ (S. 12).

In diesem Kapitel wird der grundlegende Betrieb zur Verwendung des Instruments beschrieben.

- „3.1 Einstellen des Messbereichs“ (S. 42)
- „3.2 Anschließen der Messleitungen an das Messobjekt“ (S. 44)
- „3.3 Ablesen des Messwerts“ (S. 45)

Wie Sie Messbedingungen an Ihre Anforderungen anpassen können, erfahren Sie unter „Anpassen von Messbedingungen an Ihre Anforderungen“ (S. 49).

3.1 Einstellen des Messbereichs

Wählen Sie einen Messbereich. Die Automatische Bereichswahl (der Auto-Bereich) ist ebenfalls verfügbar.

WICHTIG

Wenn der Auto-Bereich verwendet wird oder der Messbereich auf 30mΩ oder weniger eingestellt wird, kann ein maximaler Strom von 1 A durch das Messobjekt fließen und eine maximale Leistung von ca. 2 W angewendet werden*.

Wenn folgende Probleme auftreten können, wählen Sie abhängig vom Messstrompegel einen Bereich mit einem niedrigeren Messstrom aus.

- Das Messobjekt kann schmelzen (wie zum Beispiel eine Sicherung oder ein Gasgenerator).
- Das Messobjekt kann sich erhitzen und so eine Änderung des Widerstands verursachen.
- Das Messobjekt kann magnetisiert sein und so eine Änderung der Induktivität verursachen.

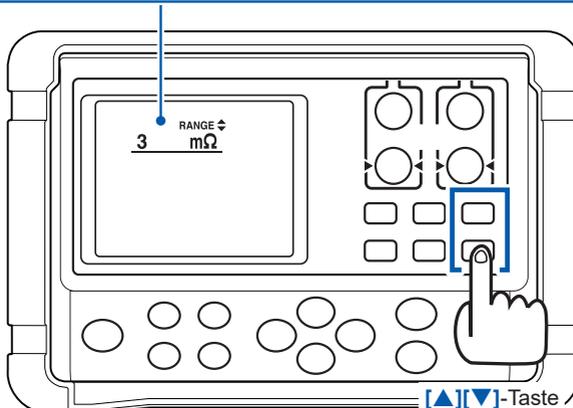
Innerhalb jedes Messbereichs kann die Leistung für das Messobjekt durch die Gleichung „Widerstand × (Messstrom)²“ ausgedrückt werden. Wenn der Messbereich abweicht, kann die Leistung maximal den Wert der Gleichung „offene Stromkreisspannung × Messstrom“ erreichen.

Überprüfen Sie vor dem Anschließen des Messobjekts unbedingt den Messbereich.

* Beim Anschließen des Messobjekts fließt ein maximaler Einschaltstrom von 5 A. (Konvergenzzeit: Ca. 1 ms für den reinen Widerstand)

Verwendung des manuellen Bereichs

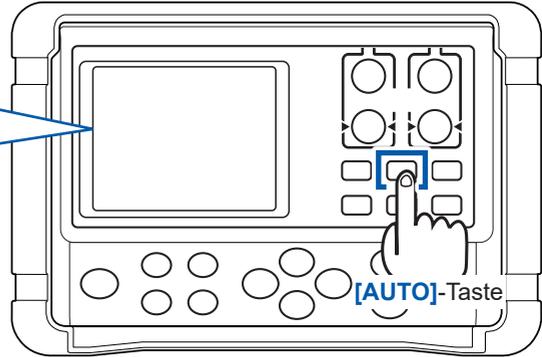
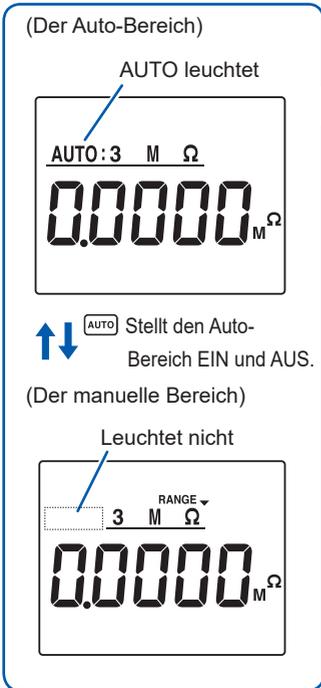
3 mΩ ↔ 30 mΩ ↔ 300 mΩ ↔ 3 Ω ↔ 30 Ω ↔ 300 Ω ↔ 3 kΩ ↔ 30 kΩ ↔ 300 kΩ ↔ 3MΩ



Verwendung des Auto-Bereichs

Wechseln Sie mit der **[AUTO]**-Taste in den Auto-Bereich. (Die Werkseinstellung ist AUTO.)

Wenn sich das Instrument im Auto-Bereichsmodus befindet, leuchtet AUTO auf.

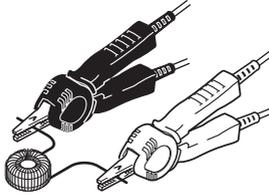


WICHTIG

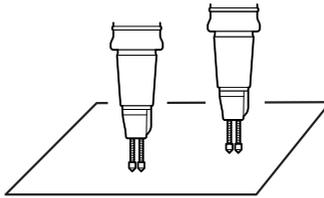
- Wenn der Bereich im Auto-Bereichsmodus manuell geändert wird, wird der Auto-Bereich automatisch deaktiviert und der manuelle Bereich aktiviert.
- Wenn die Komparator-Funktion eingeschaltet ist, ist der Bereich festgelegt und kann nicht geändert werden. Schalten Sie zum Ändern des Bereichs die Komparator-Funktion aus oder ändern Sie den Bereich in der Komparatoreinstellung.
- In Abhängigkeit vom Messobjekt kann der Auto-Bereich instabil werden. Definieren Sie in diesem Fall den Bereich manuell oder erhöhen Sie die Verzögerungszeit. (S. 60)
Informationen zur Messgenauigkeit jedes Bereichs finden Sie unter „(2) Spezifikationen der Widerstandsmessung“ (S. 112).

3.2 Anschließen der Messleitungen an das Messobjekt

Beispiel: Verwendung der L2107



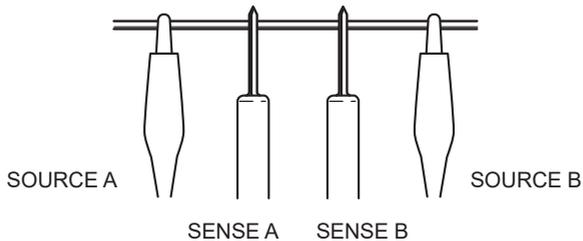
Beispiel: Verwendung der 9772



(Drücken)

Beispiel: Verwendung der 9453

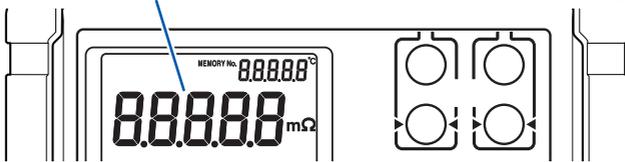
Die SENSE-Anschlüsse sollten innen zwischen den SOURCE-Anschlüssen positioniert werden.



3.3 Ablezen des Messwerts

Das Instrument zeigt einen Widerstandswert an.

Siehe „Überprüfen von Messfehlern“ (S. 46), wenn ein Nichtwiderstandswert angezeigt wird.



Um den gemessenen Widerstandswert umzuwandeln, siehe die folgenden Seiten:

- „5.2 Ausführen des Temperaturerhöhungstests (Temperaturumwandlungsfunktion (ΔT))“ (S. 73)
- „5.3 Messen der Länge eines Leiters (Längenumwandlungsfunktion)“ (S. 76)

WICHTIG

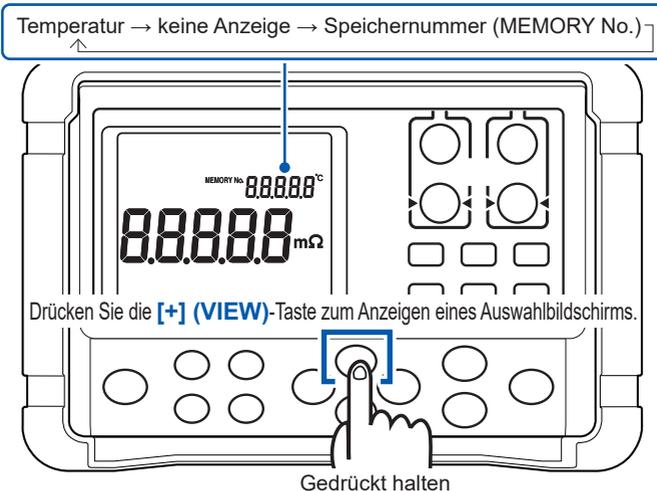
Wenn der Messwert ein negatives Vorzeichen (-) hat, prüfen Sie Folgendes:

- Die Leitungsanschlüsse SOURCE und SENSE wurden vertauscht.
→ Schließen Sie die Leitungen korrekt an.
- Nach dem Nullabgleich bei einer zweipoligen Messung hat sich der Kontaktwiderstand verringert.
→ Führen Sie den Nullabgleich erneut aus.

Wechseln der Anzeige

Halten Sie die **[+] (VIEW)**-Taste gedrückt, um die Art der oben rechts auf dem Bildschirm angezeigten Informationen zu ändern. (Temperatur, keine Anzeige, Speichernummer (MEMORY No.))

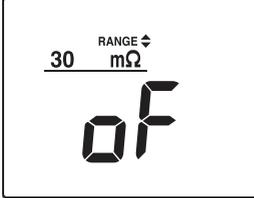
Die Art der während einer Messung angezeigten Informationen kann ausgewählt werden.



Überprüfen von Messfehlern

Wenn eine Messung nicht korrekt ausgeführt wurde, wird der Messfehler auf dem Bildschirm angezeigt.

Außerhalb des Bereichs*1

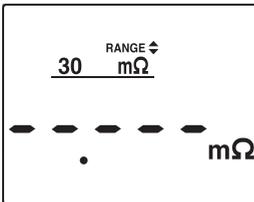


Zeigt an, dass der Messbereich oder der Anzeigebereich überschritten wurde.

Wenn oF angezeigt wird, ist das Ergebnis der Komparator-Auswertung „Hi“ und wenn -oF angezeigt wird, ist das Ergebnis der Komparator-Auswertung „Lo“.

Genauso wird oF angezeigt, wenn die Temperatur während der Temperaturmessung den Messbereich überschreitet.

Stromfehler oder noch nicht gemessen



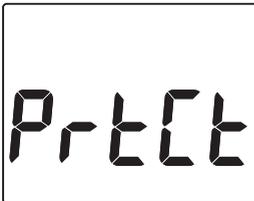
Dieser Bildschirm wird in den folgenden zwei Fällen angezeigt. Wenn „----“ angezeigt wird, wird keine Komparator-Auswertung ausgeführt.

1. Messstromfehler*2

Der SOURCE A- oder SOURCE B-Anschluss kann nicht mit Strom versorgt werden.

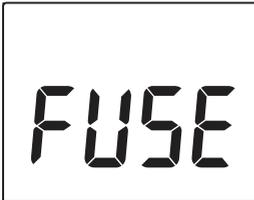
2. Nach dem Ändern einer Messbedingung wurde keine Messung ausgeführt.

Die Schutzfunktion läuft



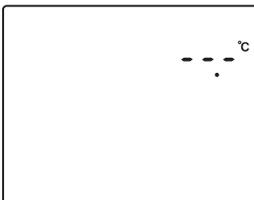
Wenn eine Überspannung an die Messanschlüsse des Instruments angelegt wird, wird die Schutzfunktion des internen Stromkreises aktiviert und die Hintergrundbeleuchtung wird rot. Wenn versehentlich eine Überspannung angelegt wurde, entfernen Sie die Messleitungen unverzüglich vom Messobjekt. Es kann keine Messung ausgeführt werden, während die Schutzfunktion aktiviert ist. Verbinden Sie zum Deaktivieren der Schutzfunktion Messleitung A (rot) und B (schwarz) oder schalten Sie die Stromversorgung aus und wieder ein. Die rote Hintergrundbeleuchtung erlischt, wenn die Schutzfunktion deaktiviert wird.

Durchgebrannte Sicherung



Jeder SOURCE-Anschluss des Instruments ist mit einer Sicherung zum Schutz vor Überspannungseingang ausgestattet. Wenn versehentlich eine Überspannung angelegt wurde und eine Sicherung durchgebrannt ist, tauschen Sie die Sicherung aus. (S. 135)

Z2002 Temperatursensor nicht angeschlossen



Die Temperatur kann nicht gemessen werden, da der Z2002 Temperatursensor nicht angeschlossen ist. Wenn TC oder ΔT nicht verwendet wird, muss der Z2002 Temperatursensor nicht angeschlossen werden. Wenn die Temperatur nicht angezeigt werden soll, wechseln Sie durch Drücken der **[+] (VIEW)**-Taste die Anzeige.

Temperaturberechnungsfehler



Der Z2002 Temperatursensor ist auch dann nicht angeschlossen, wenn TC oder ΔT eingeschaltet ist oder oF wird für die Temperatur angezeigt.
Prüfen Sie den Anschluss des Z2002 Temperatursensors.

WICHTIG

Wenn das Messobjekt an den SOURCE-Anschluss angeschlossen ist, ein SENSE-Anschluss jedoch einen schwachen Kontakt aufweist, wird der angezeigte Messwert möglicherweise instabil.

***1 Funktion zur Erkennung von außerhalb des Bereichs liegenden Messungen**
Als außerhalb des Bereichs liegend erkannte Beispiele

Erkennung von außerhalb des Bereichs liegenden Messungen	Messbeispiele
Der Messbereich wurde überschritten.	40 m Ω wird im Bereich 30 m Ω gemessen.
Die Relativanzeige (%-Anzeige) eines Messwerts überschreitet den Anzeigebereich (999,99%).	500 Ω (+2400%) wird mit einem Referenzwert von 20 Ω gemessen.
Der Eingangsbereich des A/D-Wandlers wurde während einer Messung überschritten.	Ein solcher Fehler tritt beispielsweise auf, wenn ein hoher Widerstand in einer Umgebung mit externen Störsignalen gemessen wird.
Das Berechnungsergebnis kann nicht angezeigt werden.	Das Berechnungsergebnis für die Längenumwandlungsfunktion überschreitet 999,99 km.

***2 Funktion zur Stromfehlererkennung**

Beispiele für Stromfehler

- Der Messfühler von SOURCE A oder SOURCE B ist offen.
- Das Messobjekt weist einen beschädigten Draht auf (Betrieb mit offenem Stromkreis).
- Die Verkabelung von SOURCE A oder SOURCE B weist einen beschädigten Draht oder eine schlechte Verbindung auf.

WICHTIG

Ein den folgenden Wert in jedem Bereich überschreitender Leitungswiderstand führt zu einem Stromfehler und macht die Messung unmöglich. Reduzieren Sie im Messstrombereich 1 A den Widerstand der Verkabelung und den Widerstand des Kontakts zwischen dem Messobjekt und den Messleitungen.

Bereich [Ω]	3 m	30 m	300 m (300 mA)	300 m (100 mA)	3	30	300	3 k	30k bis 3 M
Leitungs- und Kontaktwiderstand [Ω]	0,5		3	10	100	2k	800	2k	

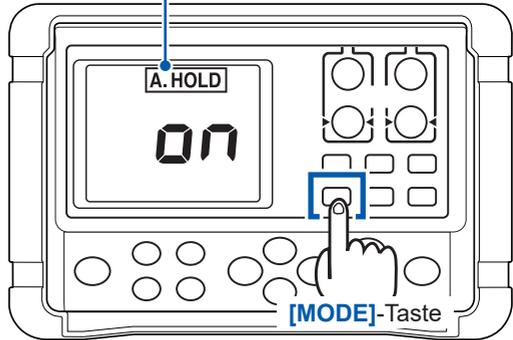
Die oben aufgelisteten Werte dienen als Referenz und geben Widerstandswerte zwischen SOURCE B und SOURCE A, das Messobjekt nicht eingeschlossen, an.

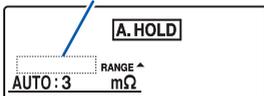
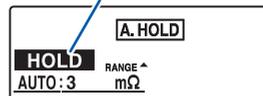
Halten eines Messwerts

Die Auto-Haltefunktion ist nützlich für die Prüfung eines Messwerts. Wenn sich der Messwert stabilisiert, wird der Wert automatisch gehalten.

- 1 oFF → **Auto-Halten (A.HOLD)** → Auto-Speicher (A.HOLD, A.MEMORY)
→ Intervall (INTERVAL) → oFF

- 2  Abbrechen
 Anwenden

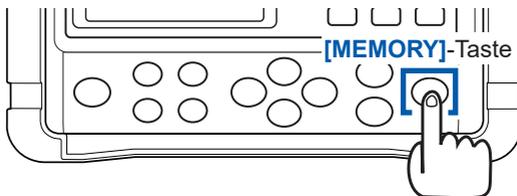


- 3 **Während der Messung (während des Aufhebens von HOLD)** **Während HOLD**
- Leuchtet nicht  Leuchtet 
-
- ←
- The diagram illustrates the state of the 'A.HOLD' indicator. On the left, labeled 'Während der Messung (während des Aufhebens von HOLD)', the indicator is not lit ('Leuchtet nicht'). The display shows 'AUTO:3' and 'RANGE ^ mΩ'. On the right, labeled 'Während HOLD', the indicator is lit ('Leuchtet'). The display shows 'HOLD' and 'AUTO:3' with 'RANGE ^ mΩ' below it. Blue arrows indicate the transition between the two states.

Lösen Sie die Messleitungen vom Messobjekt und schließen Sie die Leitungen erneut an das Messobjekt an. HOLD wird aufgehoben. Sie können HOLD außerdem durch Ändern des Bereichs oder Drücken der **[ESC]**-Taste aufheben.

Speichern eines Messwerts

Die Speicherfunktion ist nützlich bei der späteren Prüfung eines Messwerts. Sie speichert den angezeigten Messwert.



Weitere Informationen zur Speicherfunktion finden Sie unter „8.1 Speichern von Daten zu einer festgelegten Zeit (manueller Speicher)“ (S. 93).

Anpassen von Messbedingungen an Ihre Anforderungen

Lesen Sie vor der Messung unbedingt „Vorsichtsmaßnahmen bei Messungen“ (S. 12).

In diesem Kapitel werden die Funktionen beschrieben, die dazu dienen, anspruchsvollere und genauere Messungen auszuführen.

- „4.1 Verwendung des Nullabgleichs“ (S. 50)
- „4.2 Stabilisieren von Messwerten (Durchschnittsfunktion)“ (S. 55)
- „4.3 Kompensieren von thermischen Auswirkungen (Temperaturkorrektur (TC))“ (S. 56)
- „4.4 Kompensieren des Offsets der thermischen EMK (Nullspannungskompensations-Funktion: OVC-Funktion)“ (S. 58)
- „4.5 Einstellen der Verzögerungszeit für die Messung (Verzögerungsfunktion)“ (S. 60)
- „4.6 Umstellen des Messstroms (im Bereich 300 mΩ)“ (S. 62)

4.1 Verwendung des Nullabgleichs

**Führen Sie in den folgenden Fällen den Nullabgleich aus:
(Ein Widerstand von bis zu $\pm 3\%$ f.s. kann bei jedem Bereich aufgehoben werden.)**

- Der Messwert wurde aufgrund von thermischer EMK oder anderen Faktoren nicht gelöscht.
→ Der Messwert wird auf Null geändert.
Die Genauigkeit wird unabhängig davon, ob der Nullabgleich ausgeführt wird oder nicht, nicht beeinflusst.
Die thermische EMK kann außerdem durch die Verwendung von OVC aufgehoben werden. (S. 58)
- Ein vierpoliger Anschluss (als Kelvin-Anschluss bezeichnet) ist schwierig.
→ Der Restwiderstand der zweipoligen Verbindungsdrähte wird aufgehoben.
(S. Anhang24)

Anweisungen zur korrekten Ausführung des Nullabgleichs finden Sie unter „Anhang 7 Nullabgleich“ (S. Anhang11).

Vor dem Nullabgleich

WICHTIG

- Wenn sich die Umgebungstemperatur verändert oder die Messleitungen nach dem Nullabgleich ausgetauscht werden, führen Sie den Nullabgleich erneut aus. Es gibt jedoch keine spezielle Lineale für Nullabgleich für die L2140, L2141 der L2142. Verwenden Sie die standardmäßig mitgelieferten L2107 Messleitungen mit Klemmen zur Durchführung des Nullabgleichs und ersetzen Sie sie dann durch die zu verwendenden Leitungen, bevor Sie die Messungen vornehmen.
- Führen Sie den Nullabgleich für jeden verwendeten Bereich aus. Im manuellen Bereichsmodus wird nur der Strombereich auf Null eingestellt. Im Auto-Bereichsmodus werden alle Bereiche auf Null eingestellt.
- Die Nullabgleichswerte werden auch dann intern gehalten, wenn das Instrument ausgeschaltet ist, doch sie werden nicht im Panel gespeichert.
- Wenn die Nullspannungskompensations- (OVC-) Funktion von ON auf OFF oder von OFF auf ON gestellt wird, wird der Nullabgleich aufgehoben. Führen Sie den Nullabgleich erneut aus.
- Wenn der Messstrom von Lo auf Hi oder von Hi auf Lo geändert wird, wird der Nullabgleich aufgehoben. Führen Sie den Nullabgleich erneut aus.
- Wenn nach dem Nullabgleich ein niedrigerer Widerstand gemessen wird, ist der Messwert negativ.
Beispiel: 2 m Ω werden im Bereich 300 m Ω angeschlossen und dann wird der Nullabgleich ausgeführt.
→ Wenn 1 m Ω gemessen wird, wird -1 m Ω angezeigt.

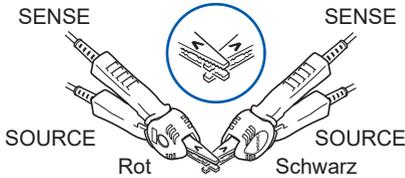
Ausführen des Nullabgleichs

1 Schließen Sie die Messleitungen kurz.

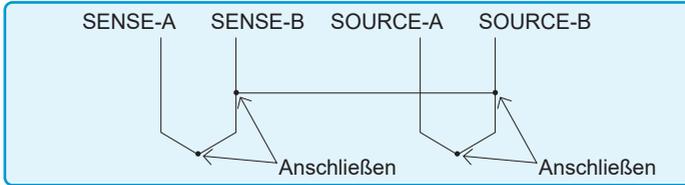
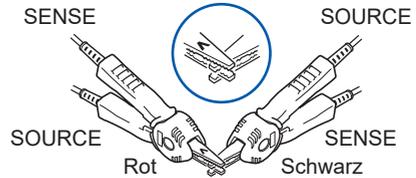
L2107

Richtig

Richten Sie die V-Symbole auf den Klemmen aus.

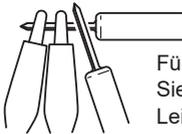


Falsch



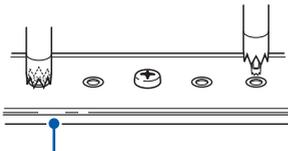
4

9453 (Option)



Führen Sie den Nullabgleich aus und positionieren Sie dazu die Krokoklemmen außen und den Stift der Leitung innen.

9465 (Option)



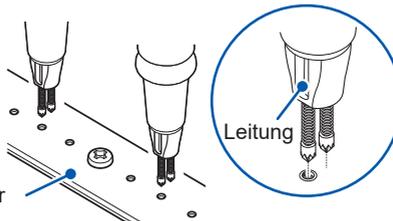
9454 Lineal für Nullabgleich (optional)



9772 (Option)



9454 oder Z5038 Lineal für Nullabgleich (optional)

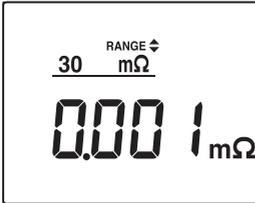


Bei dem Stift auf der SENSE-Seite wird eine Leitung an das Basisteil angeschlossen. Stellen Sie bei der Ausführung des Nullabgleichs sicher, dass diese Leitung an allen Stiften in dieselbe Richtung zeigt.

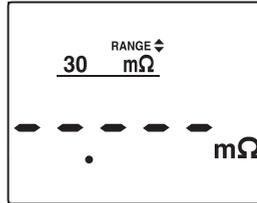
2 Bestätigen Sie, dass der Messwert innerhalb von $\pm 3\%$ f.s. liegt.

Wenn kein Messwert angezeigt wird, stellen Sie sicher, dass die Messleitungen korrekt angeschlossen sind.

Wenn der Anschluss korrekt ist

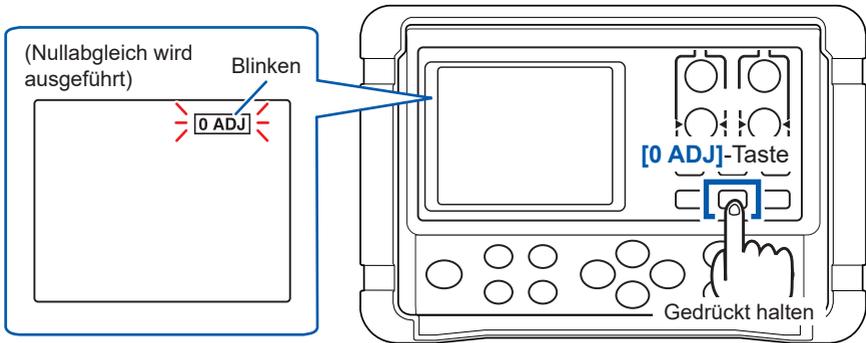


Wenn der Anschluss falsch ist



3 Halten Sie die [0 ADJ]-Taste zum Ausführen des Nullabgleichs gedrückt.

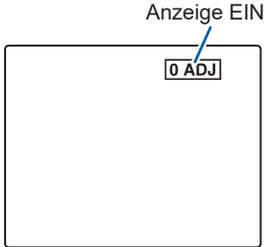
Wenn das Drücken der Taste aufgrund der Verwendung des Lineals für Nullabgleich schwierig ist, drücken Sie vor dem Kurzschließen der Messleitung die [0 ADJ]-Taste. Der Nullabgleich wird automatisch ausgeführt, sobald sich der Messwert stabilisiert hat.



4 Nach dem Nullabgleich

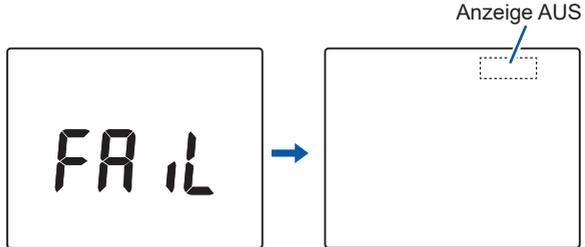
Der Nullabgleich war erfolgreich

Der Signalton ertönt und der Messbildschirm wird angezeigt.



Der Nullabgleich ist fehlgeschlagen

Der Signalton ertönt und [FAIL] wird angezeigt. Dann wird der Messbildschirm angezeigt.



4

Nullabgleich fehlgeschlagen

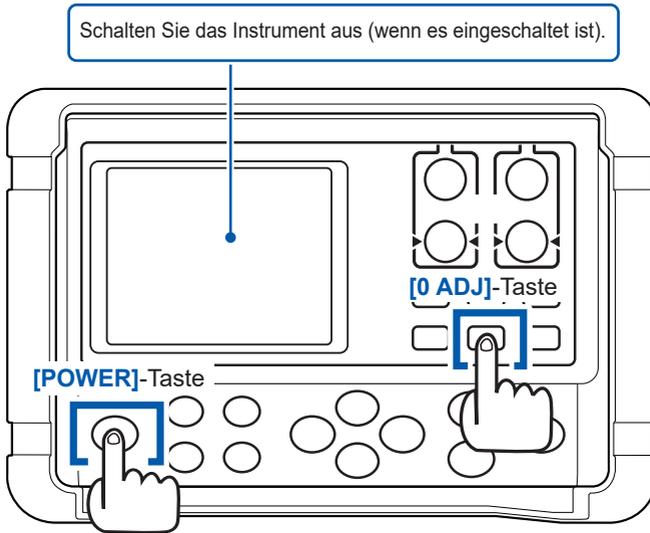
Wenn der Nullabgleich nicht ausgeführt werden kann, überschreitet der Messwert vor dem Nullabgleich bereits $\pm 3\%$ der vollen Skalenlänge jedes Bereichs oder das Instrument befindet sich in einem Messfehlerzustand. Führen Sie den Nullabgleich mit der korrekten Drahtverbindung erneut aus. Wenn der Widerstand zu hoch ist (z. B. durch ein selbst hergestelltes Kabel), kann kein Nullabgleich ausgeführt werden. Versuchen Sie in einem solchen Fall, den Leitungswiderstand zu minimieren. (S. 47)

WICHTIG

- Wenn der Nullabgleich im Auto-Bereichsmodus fehlschlägt, wird der Nullabgleich für alle Bereiche aufgehoben.
- Wenn der Nullabgleich im manuellen Bereichsmodus fehlschlägt, wird der Nullabgleich für den Strombereich aufgehoben.

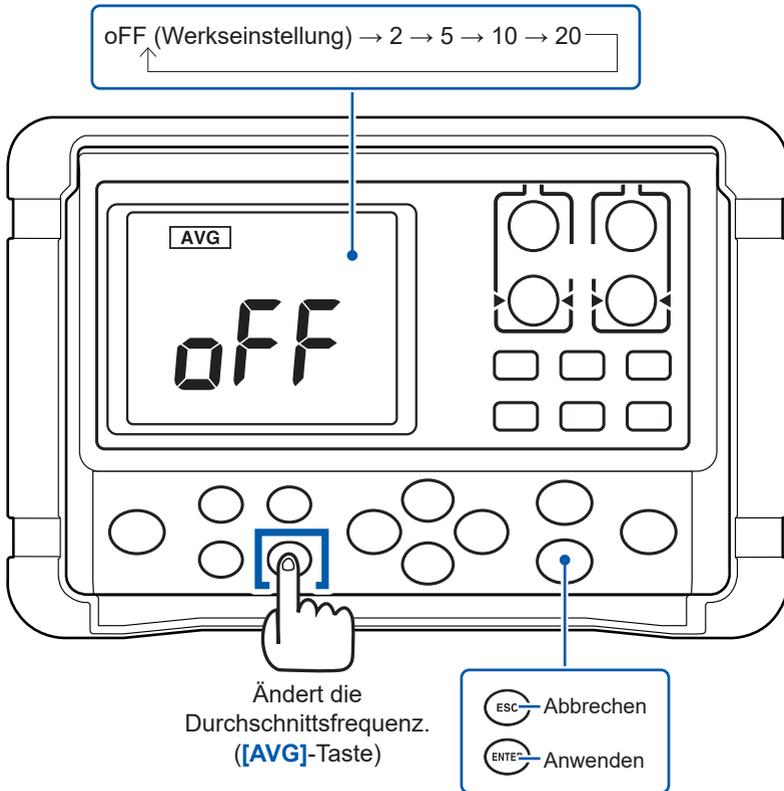
Aufheben des Nullabgleichs

Wenn das Instrument ausgeschaltet ist, drücken Sie, während Sie die **[0 ADJ]**-Taste gedrückt halten, die **[POWER]**-Taste zum Aufheben des Nullabgleichs für alle Bereiche.



4.2 Stabilisieren von Messwerten (Durchschnittsfunktion)

Diese Funktion ermittelt den Durchschnitt der Messwerte zur Anzeige von einem einzelnen Wert. So können Schwankungen in den Messwerten stabilisiert werden.



4

Die Durchschnittsfrequenz kann auch mit (+) (-) geändert werden.

4.3 Kompensieren von thermischen Auswirkungen (Temperaturkorrektur (TC))

Mithilfe dieser Funktion wird ein gemessener Widerstandswert basierend auf der Referenztemperatur umgewandelt, um den umgewandelten Wert anzuzeigen. Informationen zu den Prinzipien der Temperaturkorrektur finden Sie unter „Anhang 4 Temperaturkorrekturfunktion (TC)“ (S. Anhang4).

Um die Temperaturkorrektur auszuführen, schließen Sie den Z2002 Temperatursensor an den TEMP.SENSOR-Anschluss an der Seite des Instruments an. Lesen Sie vor dem Anschließen des Sensors unbedingt „2.6 Anschließen des Z2002 Temperatursensors (bei Verwendung von TC oder ΔT)“ (S. 36).

oFF (Werkseinstellung) → TC → ΔT

1 Wählen Sie TC über die TC/ΔT-Taste.

(Einstellung der Referenztemperatur)

2

TC

0200 °C

ppm/°C
03930

Einstellung der Referenztemperatur

(Einstellung des Temperaturkoeffizienten)

3

TC

0200 °C

ppm/°C
03930

Einstellung des Temperaturkoeffizienten

4

Anwenden und zum Messbildschirm wechseln.

[TC/ΔT]-Taste

Ändert Werte.

ESC — Abbrechen

ENTER — Anwenden

Bewegt Zahlen.

WICHTIG

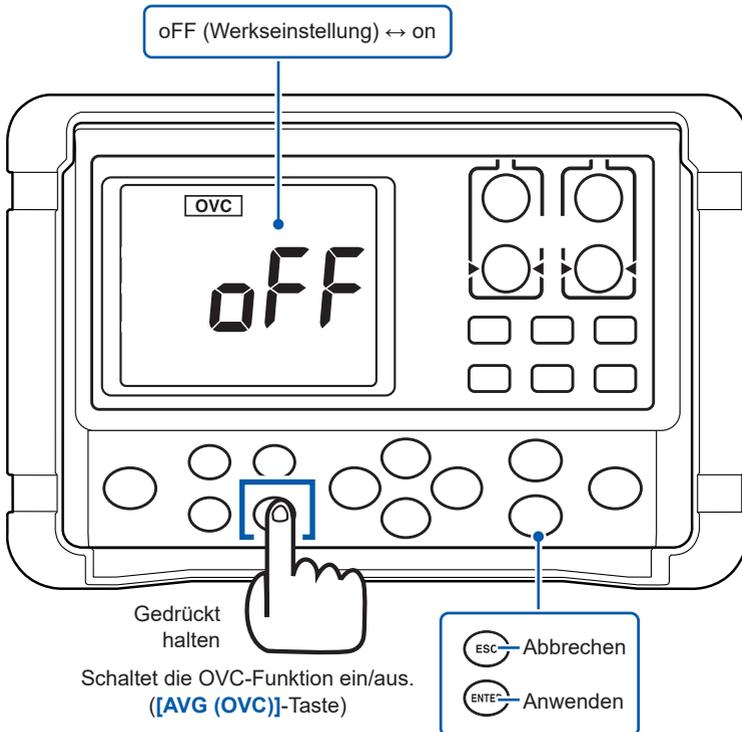
Wenn „t.Err“ angezeigt wird, ist der Z2002 Temperatursensor möglicherweise nicht angeschlossen oder oF wird für die Temperatur angezeigt. Prüfen Sie den Anschluss des Z2002 Temperatursensors.

4.4 Kompensieren des Offsets der thermischen EMK (Nullspannungskompensations-Funktion: OVC-Funktion)

Mithilfe dieser Funktion wird eine durch thermische EMK oder eine interne Nullspannung verursachte Nullspannung automatisch kompensiert.
(OVC: Nullspannungskompensation)

Siehe: „Anhang 6 Auswirkungen von thermischer elektromotorischer Kraft (Thermische EMK)“ (S. Anhang8)

Die Funktion verwendet den Widerstandswert R_p , der bei einem fließenden Messstrom und den Widerstandswert R_z , der bei keinem fließenden Messstrom gemessen wurde, um den tatsächlichen Widerstandswert $R_p - R_z$ anzuzeigen.



Die OVC-Funktion kann auch mit **(+) (-)** ein-/ausgeschaltet werden.

WICHTIG

- Wenn die Nullspannungskompensations-Funktion eingeschaltet ist (die OVC-Anzeige leuchtet), benötigt der Messwert mehr Zeit zum Aktualisieren.
- Die OVC-Funktion kann nicht im Bereich $3 \text{ k}\Omega$ oder höher verwendet werden. Die Funktion wird automatisch ausgeschaltet.
- Wenn die Nullabgleichskompensations-Funktion geändert wird, wird die Nullabgleichsfunktion deaktiviert.
- Wenn das Messobjekt eine hohe Induktivität aufweist, muss die Verzögerungszeit angepasst werden. (S. 60)
Beginnen Sie mit einer längeren Verzögerungszeit als nötig und senken Sie die Zeit stufenweise unter Beobachtung des Messwerts.
- Wenn das Messobjekt eine geringe Wärmekapazität aufweist, ist die Nullspannungskompensations-Funktion möglicherweise wirkungslos.

4.5 Einstellen der Verzögerungszeit für die Messung (Verzögerungsfunktion)

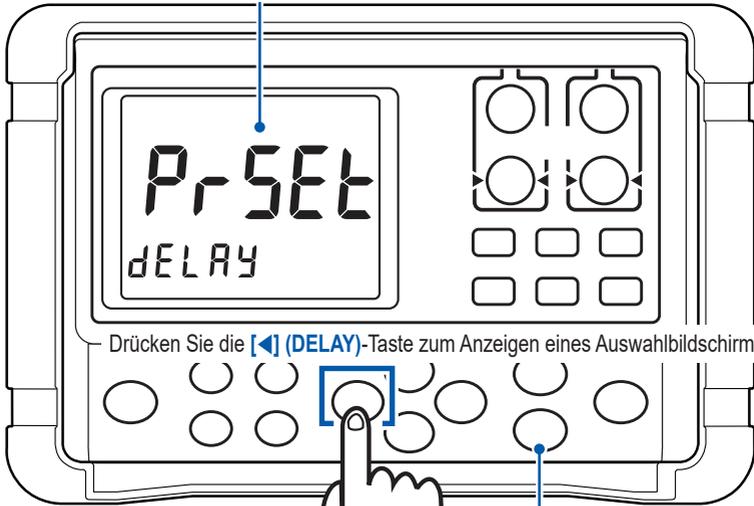
Mithilfe dieser Funktion wird die für die Stabilisierung der Messung benötigte Zeit angepasst, indem nach der Verwendung der OVC- oder Auto-Bereichsfunktion zum Ändern des Messstroms ein Wartezeitraum eingefügt wird. Wenn diese Funktion verwendet wird, wartet das Instrument vor dem Starten von Messungen bis zur Stabilisierung seines internen Stromkreises, auch wenn das Messobjekt eine hohe Reaktanzkomponente aufweist.

Der PrSEt (voreingestellter Wert) hängt vom verwendeten Bereich und der Nullspannungskompensations-Funktion ab.

Voreingestellter OVC-Verzögerungswert (Werkseinstellung) (Einheit: ms)

Messstrom	Bereich	Verzögerungszeit
Lo	3m Ω bis 30m Ω	200
	300m Ω bis 3 Ω	50
	30 Ω bis 300 Ω	30
Hi	300m Ω	200

PrSEt (voreingestellt) → 10 ms → 30 ms → 50 ms → 100 ms → 300 ms → 500 ms → 1000 ms



Gedrückt halten

ESC Abbrechen
 ENTER Anwenden

Die Verzögerungszeit kann auch mit (+) (-) definiert werden.

Richtlinien zur Verzögerungszeit

- Wenn es sich beim Messobjekt beispielsweise um einen Induktor handelt, der zur Stabilisierung nach dem Anlegen eines Messstroms mehr Zeit benötigt, und dieser nicht mit der ursprünglichen Verzögerung (voreingestellt) gemessen werden kann, passen Sie die Verzögerung an. Stellen Sie die Verzögerungszeit auf das ca. Zehnfache der folgenden Berechnung ein, sodass die Reaktanzkomponente (Induktivität oder Kapazität) die Messung nicht beeinflusst.

$$t = -\frac{L}{R} \ln\left(1 - \frac{IR}{V_0}\right)$$

- L: Induktivität des Messobjekts
- R: Widerstand des Messobjekts + Leitungswiderstand + Kontaktwiderstand
- I: Messstrom (siehe: „Genauigkeit“ (S. 113))
- V₀: Offene Stromkreisspannung (siehe: „Genauigkeit“ (S. 113))

- Beginnen Sie mit einer längeren Verzögerungszeit und senken Sie die Zeit stufenweise unter Beobachtung des Messwerts.
- Aufgrund der längeren Verzögerung benötigt die Messwertanzeige mehr Zeit zum Aktualisieren.

4.6 Umstellen des Messstroms (im Bereich 300mΩ)

Bei diesem Instrument kann der Messstrom für den Bereich 300 mΩ auf 300 mA geändert werden (100 mA zum Zeitpunkt der Lieferung ab Werk). Dadurch können große Stromverkabelungen unter Bedingungen, die den tatsächlichen Betriebsbedingungen ähneln, gemessen werden. Dies ist ebenfalls nützlich, wenn Messungen in einer Umgebung mit externen Störsignalen ausgeführt werden.*¹

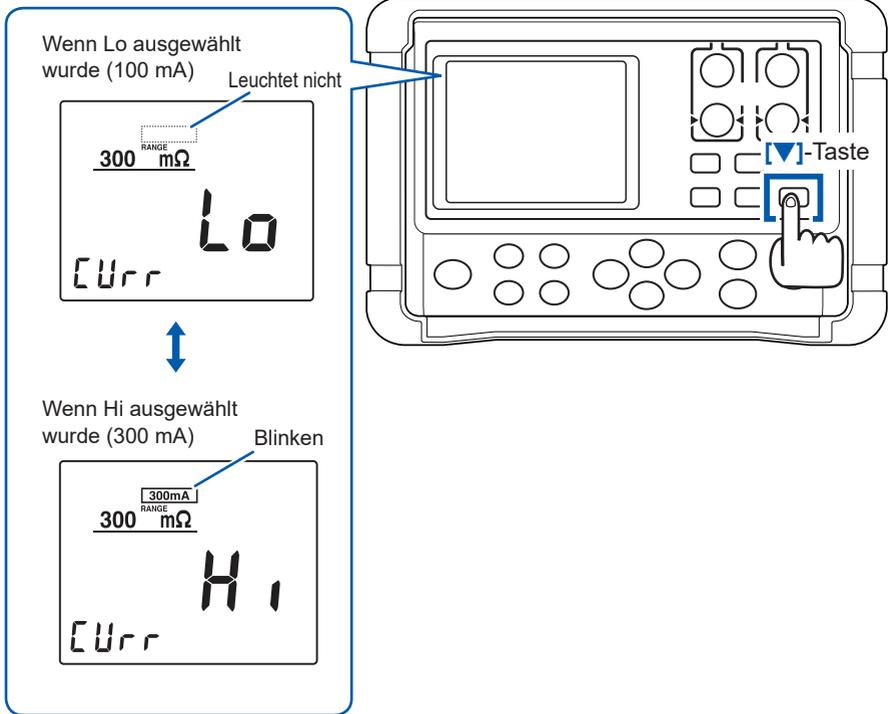
WICHTIG

- Wenn der Messstrom auf 300 mA eingestellt wurde, wird eine größere Menge an Leistung für das Messobjekt benötigt.
- Wenn eine hochpräzise Messung erforderlich ist, verwenden Sie einen Messstrom von 100 mA.
- Wenn der Messstrom geändert wird, werden die Nullabgleichswerte gelöscht.

Bereich [Ω]	3 m	30 m	300 m	3	30	300	3 k	30 k	300 k	3 M
Messstrom [A]	1		300 m	100 m	10 m	1 m		100 μ	5 μ	500 n

Halten Sie die **[▼]**-Taste gedrückt, um zwischen den beiden Messströmen umzuschalten: 100 mA und 300 mA.

Durch Gedrückthalten der **[▼]**-Taste wird entweder Lo/Hi **[C_{Urr}]** angezeigt, und dann kehrt die Anzeige in den Normalzustand zurück.



4

Wenn eine Messung mit einem Messstrom von 300 mA ausgeführt wird, leuchtet die Anzeige 300 mA auf.

*1 Beim Messen des Widerstands bei Verbindungsteilen (z. B. Steckverbinderkontakt, geschweißter Abschnitt, abgedichteter Abschnitt, mit Schrauben befestigter Abschnitt), durch die ein hoher Strom fließt, wie zum Beispiel Stromversorgungskabel und Erdungskabel, ist es erwünscht, dass die Messung unter Verwendung des maximalen Stroms und so weit entfernt wie möglich ausgeführt wird, damit tatsächlich Strom durch diese Abschnitte fließen kann. Die Gründe dafür werden im Folgenden erklärt:

- Selbst bei einer Verbindung, die keinerlei Anormalität aufweist, kann ein relativ hoher Widerstand bei einem niedrigeren Messstrom angezeigt werden. Die Ursache dafür liegt in einer Oxidschicht, die um den Kontakt herum entsteht, wenn er nicht verwendet wird.
- Auch wenn die Auswertung ergeben hat, dass bei Verwendung eines geringen Stroms keine Anormalität festgestellt wurde, schmelzen die Verbindungsteile gelegentlich, wenn ein hoher Strom fließt. Dieses Problem tritt aufgrund der Jouleschen Wärme auf, die durch hohen Strom erzeugt wird, wenn ein Bereich mit hohem Widerstand lokal erzeugt wird.

Umstellen des Messstroms (im Bereich 300mΩ)

In diesem Kapitel werden die Messwertauswertungs- und die Umwandlungsfunktion beschrieben.

„5.1 Auswerten von Messwerten (Komparator-Funktion)“ (S. 66)

„5.2 Ausführen des Temperaturerhöhungstests (Temperaturumwandlungsfunktion (ΔT))“ (S. 73)

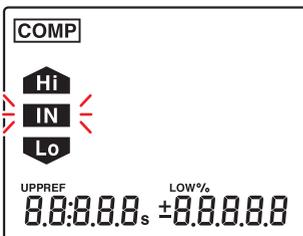
„5.3 Messen der Länge eines Leiters (Längenumwandlungsfunktion)“ (S. 76)

5.1 Auswerten von Messwerten (Komparator-Funktion)

Diese Funktion wertet einen Messwert als Hi (Messwert > obere Grenze), IN (obere Grenze \geq Messwert \geq untere Grenze) oder Lo (untere Grenze > Messwert) gegenüber dem eingestellten Referenzwert oder dem oberen und unteren Grenzwert aus.

Sie können die Auswertungsergebnisse anhand der folgenden Elemente überprüfen:

- Anzeige
- Rote Hintergrundbeleuchtung (Standardeinstellung: aus)
- Summer (Standardeinstellung: aus)
- L2105 Befestigung des LED-Komparators (optional)



- Es sind zwei verschiedene Auswertungsmethoden verfügbar: ABS-Modus und REF%-Modus.

WICHTIG

- Wenn ΔT oder die Längenumwandlungsfunktion eingeschaltet ist, wird die Komparator-Funktion automatisch ausgeschaltet.
- Wenn die Komparator-Funktion eingeschaltet ist, ist es nicht möglich, den Bereich (einschließlich des Auto-Bereichs) zu ändern. Um den Auto-Bereich verwenden oder den Bereich ändern zu können, stellen Sie die Komparator-Funktion auf OFF und verwenden Sie daraufhin die [AUTO]-Taste oder die [▲] [▼]-Tasten.
- Wenn die Komparator-Funktion auf ON gestellt ist, ist die Intervallspeicherfunktion nicht verfügbar.

Vor dem Verwenden der Komparator-Funktion

- Wenn kein Messwert angezeigt wird, wird die Komparator-Auswertung wie folgt angezeigt:
Wenn ein Messfehler auftritt, wird keine Auswertung ausgeführt. (S. 46)

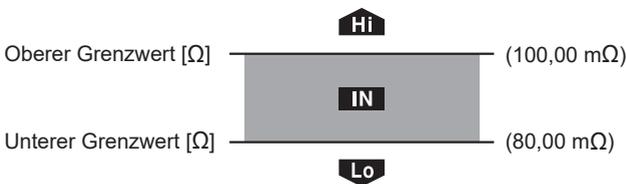
Anzeige	Komparator-Auswertungsanzeige (COMP-Lampe)
oF	Hi
-oF	Lo
-----	Keine Auswertung

- Wenn das Instrument während eines Einstellungsvorgangs ausgeschaltet wird, gehen Einstellungsänderungen verloren und die vorherigen Werte bleiben gültig. Drücken Sie zum Anwenden der Änderungen die **[ENTER]**-Taste.

ABS- (Absolutwert-Auswertungs-) Modus

Stellen Sie den oberen und unteren Grenzwert für die Auswertung als Absolutwerte ein.

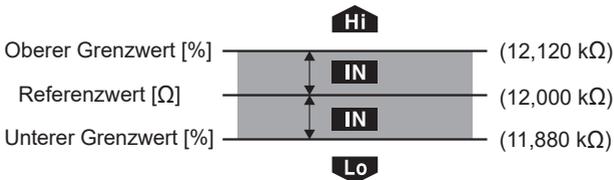
Beispiel: Oberer Grenzwert.... 100,00 mΩ
Unterer Grenzwert ...80,00 mΩ



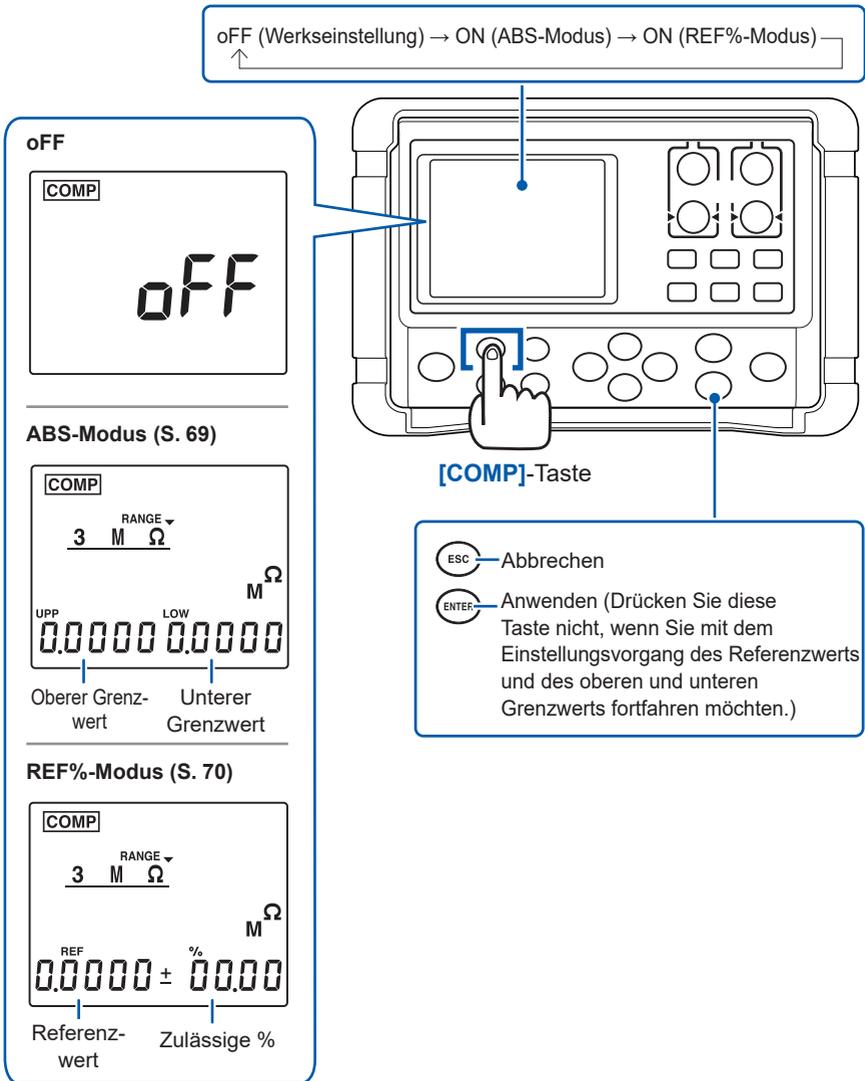
REF%- (Relativwert-Auswertungs-) Modus

Stellen Sie die zulässigen % eines Referenzwerts ein, um den oberen und unteren Grenzwert für die Auswertung festzulegen. Im REF%-Modus können der obere und der untere Grenzwert nicht separat eingestellt werden.

Beispiel: Referenzwert 12,000 kΩ
Oberer und unterer Grenzwert...±1,00%



Ein-/Ausschalten der Komparator-Funktion

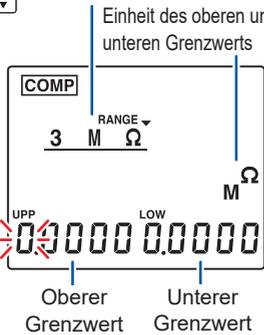


Auswerten auf Grundlage eines oberen und unteren Grenzwerts (ABS-Modus)

Einstellung des oberen und unteren Grenzwerts

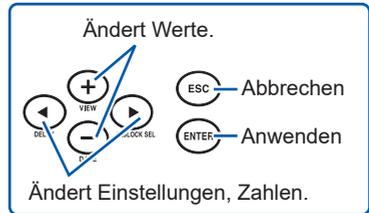
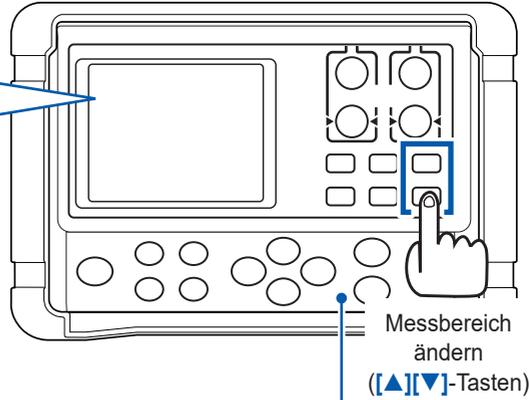
- 1 Stellen Sie den Komparator über die **COMP**-Taste auf den ABS-Modus (S. 68) um.

- 2 Ändern Sie den Messbereich.



- 3 Einstellung des oberen und unteren Grenzwerts

- 4 Wenden Sie die Einstellung an und wechseln Sie zum Messbildschirm.



5

WICHTIG

Einstellungsänderungen können nicht angewendet werden, wenn: oberer Grenzwert < unterer Grenzwert.

Auswerten basierend auf einem Referenzwert und einem zulässigen Bereich (REF%-Modus)

Im REF%-Modus wird ein Messwert als Relativwert angezeigt. Es ist nicht möglich, den oberen und den unteren Grenzwert separat einzustellen.

$$\text{Relativwert} = \left(\frac{\text{Messwert}}{\text{Referenzwert}} - 1 \right) \times 100[\%]$$

Referenzwert und Einstellung der zulässigen %

1 Stellen Sie den Komparator über die **COMP**-Taste auf den REF%-Modus um. (S. 68)

2 Ändern Sie den Messbereich. Einheit des Referenzwerts

COMP

RANGE ▼

3 M Ω

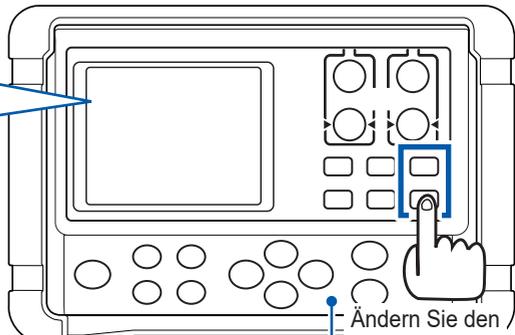
M Ω

REF 00000 ± 0000 %

Referenzwert Oberer und unterer Grenzwert (%)

3 Werteeinstellung

4 Wenden Sie die Einstellung an und wechseln Sie zum Messbildschirm.



Ändern Sie den Messbereich. ([▲][▼]-Tasten)

Ändert Werte.

← + → ESC — Abbrechen
DEL VIEW LOCK SEL ENTER — Anwenden
DATA

Ändert Einstellungen, Zahlen.

WICHTIG

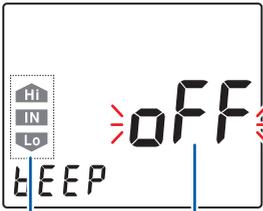
Diese Einstellungen können nicht bestätigt werden, wenn der Referenzwert auf 0 eingestellt ist.

Bestätigen von Auswertungsergebnissen durch die rote Hintergrundbeleuchtung und den Ton (Auswertungstonfunktion)

Die rote Hintergrundbeleuchtung wird eingeschaltet und der Signalton ertönt gemäß dem Komparator-Auswertungsergebnis.

oFF (Werkseinstellung) → Hi → in → Lo → Hi-Lo → ALL1 → ALL2
 ↑

(Einstellung des Signaltons)

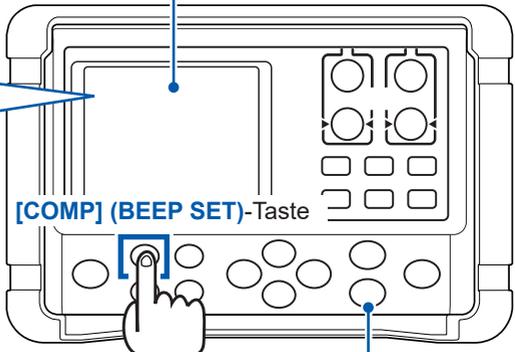


COMP Ändert den Signalton.

Wenn eine andere Komparator-Einstellung als OFF ausgewählt ist, wenn Auswertungen erstellt werden, wird die entsprechende Auswertungsmarkierung angezeigt, die rote Hintergrundbeleuchtung wird eingeschaltet und ein Ton ertönt.

ESC — Abbrechen

ENTER — Wenden Sie die Einstellung an und wechseln Sie zum Messbildschirm.



[COMP] (BEEP SET)-Taste

Gedrückt halten

ESC — Abbrechen
 ENTER — Anwenden

5

Der Auswertungston kann auch mit (+) (-) gewählt werden.

Bestätigen einer Auswertung auf einem Handgerät (optionale L2105 Befestigung des LED-Komparators)

Durch Anschließen einer L2105 Befestigung des LED-Komparators an den COMP. OUT-Anschluss können Sie das Auswertungsergebnis auf einem Handgerät erhalten. Die Lampe leuchtet bei der Auswertung IN grün und bei den Auswertungen Hi oder Lo rot auf.

Lesen Sie vor dem Anschließen der L2105 Befestigung des LED-Komparators unbedingt die „Anwendungshinweise“ (S. 7).

Anbringen der L2105 Befestigung des LED-Komparators

Bringen Sie die L2105 Befestigung des LED-Komparators an der von Ihnen gewünschten Stelle an.

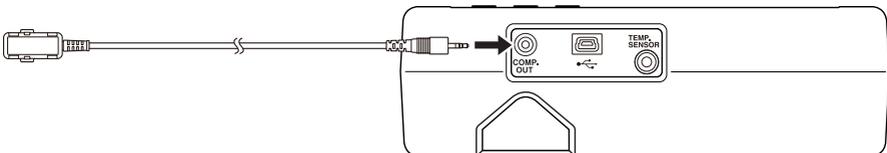
Beispiel: Bringen Sie die L2105 Befestigung des LED-Komparators an der Messleitung an und verwenden Sie dazu den Kabelbinder oder den Spiralschlauch, die an ihr befestigt sind.



Anschließen der L2105 Befestigung des LED-Komparators an das Instrument

Schließen Sie die L2105 Befestigung des LED-Komparators an den COMP.OUT-Anschluss an.

Führen Sie die Lampe vollständig auf der Rückseite ein.



5.2 Ausführen des Temperaturerhöhungstests (Temperaturumwandlungsfunktion (ΔT))

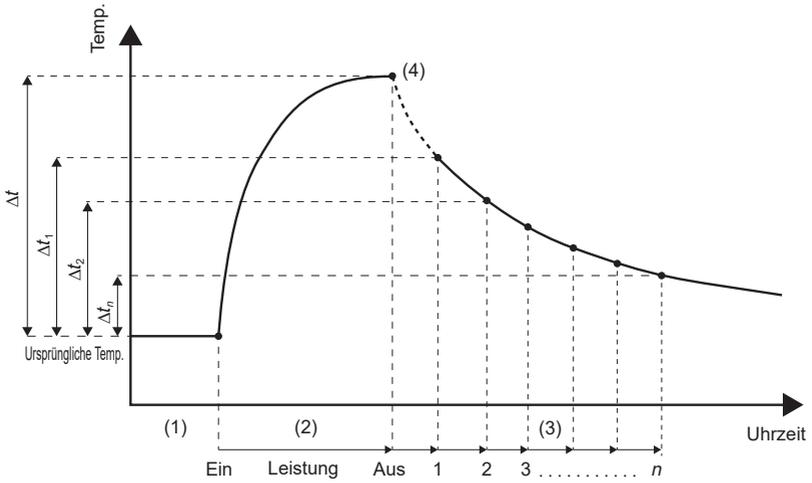
Mithilfe dieser Funktion wird die Änderung des Wicklungswiderstands basierend auf dem Temperaturumwandlungsprinzip (S. Anhang7) in einen Temperaturerhöhungswert umgewandelt. Sie kann verwendet werden, um die Temperatur des Motors oder des Inneren der Spule basierend auf der Änderung des Wicklungswiderstands einzuschätzen, während die Stromversorgung getrennt wird.

WICHTIG

- Um die Temperaturumwandlung auszuführen, schließen Sie den Z2002 Temperatursensor an den TEMP.SENSOR-Anschluss an der Seite des Instruments an. Lesen Sie vor dem Anschließen des Sensors unbedingt Folgendes.
Siehe: „2.6 Anschließen des Z2002 Temperatursensors (bei Verwendung von TC oder ΔT)“ (S. 36)
- Wenn ΔT auf ON gestellt wurde, kann die Komparator-Funktion nicht eingeschaltet werden. Wenn die Längenumwandlungsfunktion auf ON gestellt ist, wird ΔT automatisch auf OFF gestellt.
- Wenn „t.Err“ angezeigt wird, ist der Z2002 Temperatursensor möglicherweise nicht angeschlossen oder oF wird für die Temperatur angezeigt. Prüfen Sie den Anschluss des Z2002 Temperatursensors.

- 1** Sobald sich der Motor und die Spule auf Zimmertemperatur stabilisiert haben, messen Sie den Widerstand (R_1) und die Umgebungstemperatur (t_1) des Instruments und geben Sie diese Werte daraufhin in das Instrument ein. (S. 75)
- 2** Trennen Sie die Messleitung vom Messobjekt.
- 3** Schließen Sie die Messleitung nach Ausschalten der Stromversorgung wieder an das Messobjekt an und messen Sie daraufhin den Temperaturerhöhungswert (Δt_1 bis Δt_n) zu den voreingestellten Intervallen. (Dieser kann leicht gemessen werden, wenn die Intervallspeicherfunktion verwendet wird.) (S. 95)

4 Ziehen Sie eine Linie und verbinden Sie dazu die gesammelten Temperaturdaten (Δt_1 bis Δt_n) und schätzen Sie den maximalen Temperaturerhöhungswert (Δt) ein.



1 Wählen Sie ΔT über die $\text{TC}/\Delta T$ -Taste.

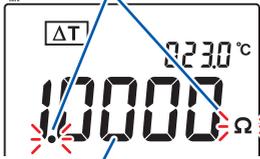
2 (Einstellung der ursprünglichen Temperatur t_1)
Stellen Sie das Plus-/Minuszeichen der Temperatur ein + (als 0 angezeigt) / -.



Leuchtet 

Stellen Sie die ursprüngliche Temperatur ein.

3 (Einstellung des ursprünglichen Widerstandswerts R_1)
Ändert die Position des Dezimalpunkts, Einheiten.



Stellen Sie den ursprünglichen Widerstandswert ein.

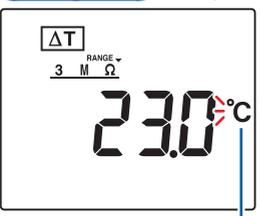
4 (Einstellung des Kehrwerts k des Temperaturkoeffizienten)



Stellen Sie den Kehrwert (k) des Temperaturkoeffizienten ein.

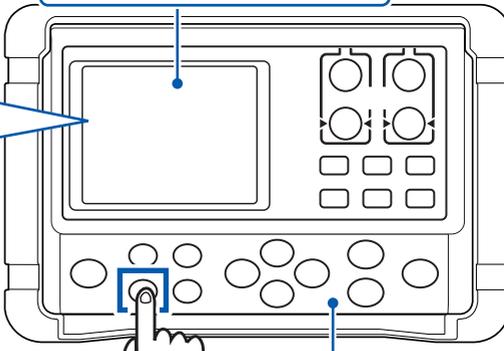
5 Wenden Sie die Einstellung an und wechseln Sie zum Messbildschirm.

Messbildschirm (ΔT EIN)



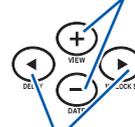
°C-Anzeige

oFF (Werkseinstellung) → TC → ΔT



[TC/ΔT]-Taste

Ändert Werte.



Ändert Einstellungen, Zahlen.

ESC — Abbrechen
ENTER — Anwenden

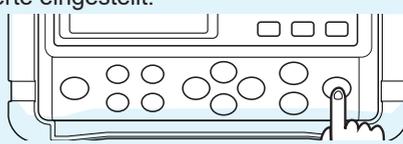
Richtlinie für k

IEC 60034 empfiehlt Folgendes:

- Kupfer: $k = 235$
- Aluminium: $k = 225$

Referenz: „Anhang 5
Temperaturumwandlungs- (ΔT -) Funktion“
(S. Anhang 7)

Wenn Sie die **[MEMORY]**-Taste während der Einstellung drücken, werden t_1 und R_1 auf die unmittelbar vor der Einstellung gemessenen Werte eingestellt.



5.3 Messen der Länge eines Leiters (Längenumwandlungsfunktion)

Diese Funktion wandelt einen Widerstandswert in eine Länge um, um die Länge des Messobjekts (wie zum Beispiel eines Leiters) anzuzeigen.

Halten Sie die **[TC/ΔT] (LENGTH)**-Taste gedrückt, um den ON/OFF Einstellungsbildschirm für die Längenumwandlungsfunktion anzuzeigen.

$$\text{Länge [m]} = \frac{\text{Gemessener Widerstand } [\Omega]}{\text{Widerstand pro Meter } [\Omega/\text{m}]}$$

Beispiel: Bei einem gemessenen Widerstand von 15Ω und einem Widerstand pro Meter von $200\text{m}\Omega/\text{m}$

$$\text{Länge [m]} = \frac{15 [\Omega]}{0,2 [\Omega/\text{m}]} = 75 [\text{m}]$$

WICHTIG

Wenn die Längenumwandlungsfunktion auf ON gestellt wurde, kann der Komparator nicht eingeschaltet werden. Wenn ΔT auf ON gestellt ist, wird die Längenumwandlungsfunktion automatisch ausgeschaltet.

oFF ↔ ON (Einstellung des Widerstandswerts pro Meter)

1 Halten Sie die **[TC/ΔT]** (**LENGTH**)-Taste gedrückt, um **LENGTH** auszuwählen.

↓

2 (Einstellung des Widerstandswerts pro Meter)

LENGTH

20000

Ω

⊕ Ändert die Position des Dezimalpunkts, Einheiten.
⊖

↓

⏪ ⏩ Zur Werteinstellung bewegen.

3

LENGTH

20000

Ω

⊕ ⊖ ⊕ ⊖ ⊕ ⊖ ⊕ ⊖

Werteinstellung

↓

4 **[ENTER]** Wenden Sie die Einstellung an und wechseln Sie zum Messbildschirm.

↓

Messbildschirm (Längenumwandlungsfunktion EIN)

LENGTH

RANGE ↕

300 k Ω

2 100

km

Meteranzeige

Drücken Sie die **[TC/ΔT]** (**LENGTH**)-Taste zum Anzeigen eines Auswahlbildschirms.

Gedrückt halten

- Ändert die Position des Dezimalpunkts, Einheiten.
- Ändert Werte.

[ESC] — Abbrechen

[ENTER] — Anwenden

Bewegt Zahlen.

WICHTIG

Das Anzeigeformat (Position des Dezimalpunkts und Einheit) ändert sich automatisch in Abhängigkeit von Bereich und Einstellung. Für Einzelheiten siehe die Instrumentenspezifikationen (S. 120).

Bei einigen Bereichen wird oF immer angezeigt, weil der Anzeigebereich je nach Einstellung überschritten wurde.

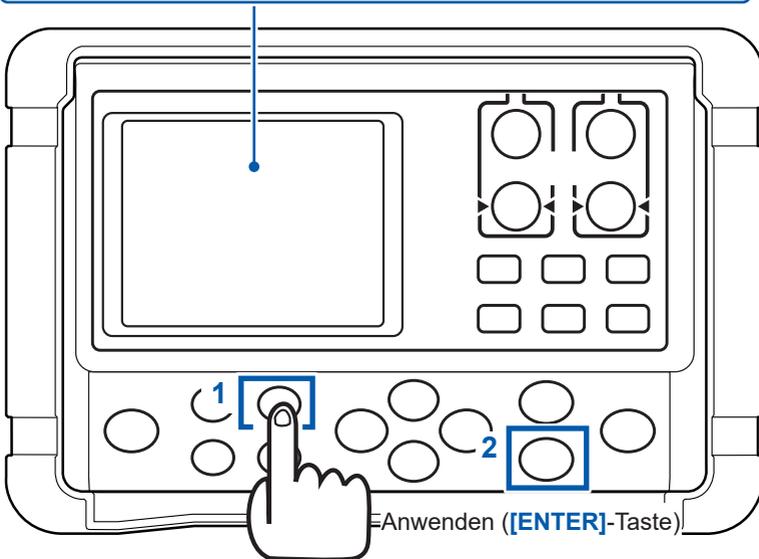
6

Speichern und Laden von Panels (Speichern und Laden von Messbedingungen)

Mithilfe der Panelspeicherfunktion können bis zu neun Messbedingungsätze gespeichert werden, die zum Zeitpunkt des Panelspeichervorgangs angezeigt werden, und mit der Panelladefunktion kann jeder Messbedingungsatz zu jedem Zeitpunkt geladen werden. Die Paneldaten werden auch nach dem Ausschalten des Instruments beibehalten.

- Drücken Sie die **[PANEL]**-Taste zum Anzeigen des Panelladebildschirms. (S. 81)
- Halten Sie die **[PANEL] (SAVE/CLEAR)**-Taste zum Anzeigen des Einstellungsbildschirms für die Panelspeicher-/löschfunktion gedrückt. (S. 80, S. 82)

Bedingungen, die durch das Speichern eines Panels gespeichert werden können:
Widerstandsmessbereich, Durchschnittsberechnung, Verzögerung, Komparator, Auswertungston, Temperaturumwandlung (ΔT), Messstromänderung, Längenumwandlung, Temperaturkorrektur (TC), OVC und Speichermodus



Panelladeeinstellung (**[PANEL]**-Taste)

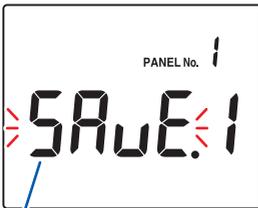
Panelspeichereinstellung (**[PANEL] (SAVE/CLEAR)**-Taste gedrückt halten)

6.1 Speichern von Messbedingungen (Panelspeicherfunktion)

Mithilfe dieser Funktion wird der aktuelle Messbedingungssatz gespeichert.

1 Die **[PANEL]** (SAVE/CLEAR)-Taste gedrückt halten. ↓

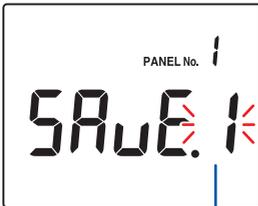
2 Wählen Sie SAVE aus.



[PANEL] oder $\begin{matrix} + \\ \text{VIEW} \\ - \\ \text{DATA} \end{matrix}$ Zwischen **SAVE** ↔ **CLEAR** umschalten

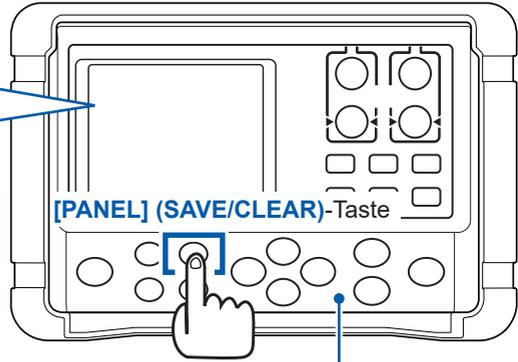
↓ $\begin{matrix} \leftarrow \\ \rightarrow \end{matrix}$ Bewegt Elemente.

3 Wählen Sie eine Panelnummer aus.



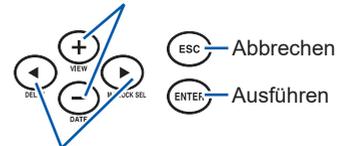
[PANEL] oder $\begin{matrix} + \\ \text{VIEW} \\ - \\ \text{DATA} \end{matrix}$ Ändern Sie die Panelnummer. (1 bis 9)

4 **[ENTER]** Speichern und zum Messbildschirm wechseln.



Gedrückt halten

- Wählen Sie **SAVE** aus.
- Wählen Sie eine Panelnummer aus.



Bewegt Elemente.

WICHTIG

- Wenn eine bereits gespeicherte Panelnummer ausgewählt wurde und die **[ENTER]**-Taste gedrückt wird, werden die vorhandenen Inhalte überschrieben.
- Nullabgleichswerte werden nicht gespeichert.

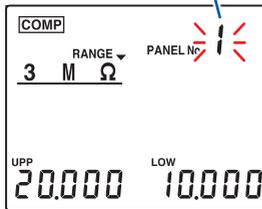
6.2 Laden von Messbedingungen (Panelladefunktion)

Mithilfe dieser Funktion werden die aktuellen Messbedingungen durch einen gespeicherten Messbedingungssatz ersetzt.

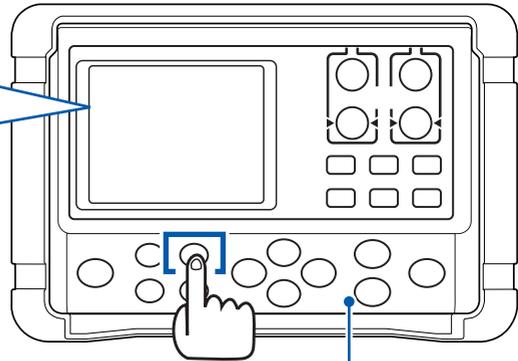
1 Drücken Sie die **[PANEL]**-Taste.

2 Wählen Sie eine Panelnummer aus.

[PANEL] oder $\begin{matrix} + \\ \text{PrSet} \\ - \end{matrix}$ Ändern Sie die Panelnummer. (1 bis 9)



3 **[ENTER]** Die Messbedingungen werden geladen, wechseln Sie zum Messbildschirm.



[PANEL]-Taste

[ESC] Abbrechen

[ENTER] Anwenden und zum Messbildschirm wechseln.

6

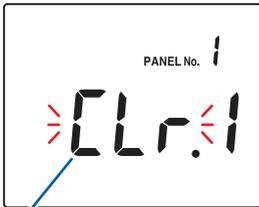
WICHTIG

- Wenn die Nummer eines nicht gespeicherten Panels ausgewählt und die **[ENTER]**-Taste gedrückt wird, wird ein Signalton ausgegeben.
- Nullabgleichswerte werden nicht gelesen. Der Nullabgleich kann sowohl vor als auch nach dem Laden von Panels ausgeführt werden.
- Wenn **PANEL No.PrSet** ausgewählt wird, werden die Messbedingungen initialisiert. (Laden der Voreinstellung)
Siehe ebenfalls „9.4 Initialisieren (Reset)“ (S. 108) zur Initialisierung.
- Die Panelnummer wird nicht auf dem Messbildschirm angezeigt.

6.3 Löschen des Inhalts eines Panels

1 Die **[PANEL]** (SAVE/CLEAR)-Taste gedrückt halten.

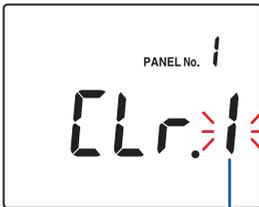
2 Wählen Sie CLEAR aus.



[+] Zwischen SAVE ↔ CLEAR umschalten

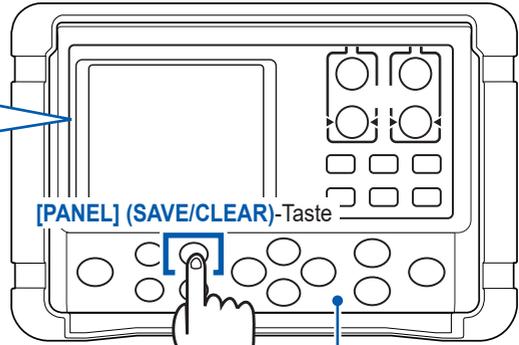
[←] **[→]** Bewegt Elemente.

3 Wählen Sie eine Panelnummer aus.



[+] Ändern Sie die
[−] Panelnummer. (1 bis 9)

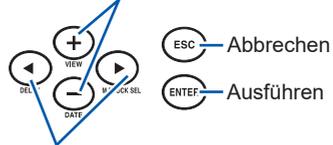
4 **[ENTEF]** Löschen Sie das Panel und wechseln Sie dann zum Messbildschirm.



[PANEL] (SAVE/CLEAR)-Taste

Gedrückt halten

- Wählen Sie CLEAR aus.
- Wählen Sie eine Panelnummer aus.



Bewegt Elemente.

WICHTIG

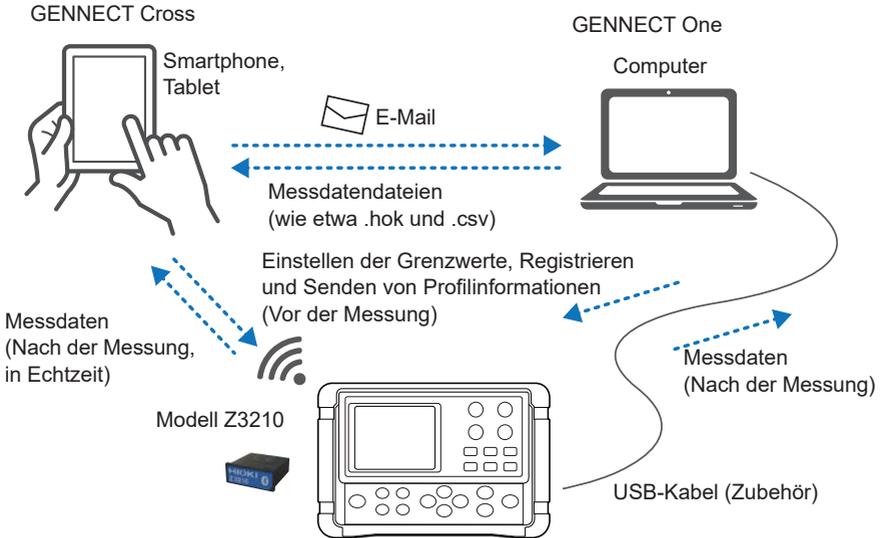
Sobald sie gelöscht wurden, können die Inhalte des Panels nicht mehr wiederhergestellt werden.

7

Kommunikationsfunktionen

Durch die Verwendung des USB-Kabels kann das Instrument mit Ihrem Computer kommunizieren.

Durch die Installation des Z3210 Drahtlosadapters (optional) kann das Instrument drahtlos mit Ihrem Smartphone oder Tablet kommunizieren.

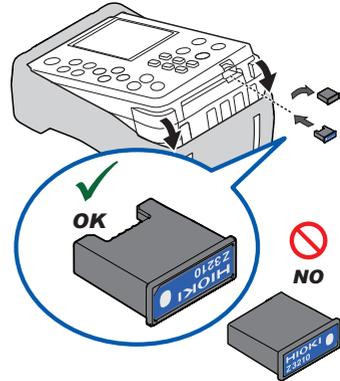


Hioki kann Anwendungssoftware für jedes mobile Gerät und jeden Computer liefern. Einzelheiten finden Sie auf der Webseite von GENNECT.

7.1 Kommunikation mit einem mobilen Gerät

Wenn Sie die Drahtloskommunikations-Funktion aktivieren, können Sie Ihr mobiles Gerät für verschiedene Arbeiten verwenden, z. B. zum Durchsuchen der auf dem Instrument gespeicherten Messdaten und zum Erstellen von Berichten. Weitere Einzelheiten finden Sie im Benutzerhandbuch zu GENNECT Cross (kostenlose Anwendung).

- 1 Verbinden Sie den Drahtlosadapter Z3210 (optional) mit dem Instrument. (S.32)

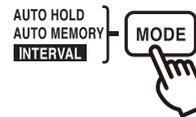


- 2 Installieren Sie GENNECT Cross auf Ihrem mobilen Gerät.



- 3 Schalten Sie das Instrument ein.

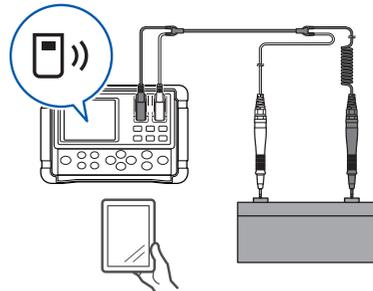
- 4 Aktivieren Sie die Drahtloskommunikations-Funktion. Wenn das Instrument nach der Installation des Z3210 zum ersten Mal eingeschaltet wird, wird die Drahtloskommunikations-Funktion aktiviert.



Mindestens 1 s lang gedrückt halten.

- 5 Führen Sie GENNECT Cross auf Ihrem mobilen Kommunikationsgerät aus und registrieren Sie das Instrument, mit dem Sie es koppeln möchten.

- 6 Wählen Sie verschiedene Funktionen, um eine Messung durchzuführen.



- Die Kommunikationsdistanz ist ca. 10 m bei freier Sichtverbindung. Die mögliche Kommunikationsdistanz kann je nach Vorhandensein eines Hindernisses (Wände oder metallisches abschirmendes Objekt) und dem Abstand zwischen Boden (Erdung) und Instrument stark variieren. Um eine stabile Messung zu gewährleisten, stellen Sie sicher, dass die Intensität der Funkwellen ausreichend ist.
- GENNECT Cross ist kostenfrei. Der Kunde ist jedoch für die Kosten für das Herunterladen der Anwendungssoftware und die Verbindung mit dem Internet während der Verwendung der Software verantwortlich
- GENNECT Cross funktioniert je nach mobilem Gerät möglicherweise nicht richtig.
- Beim ersten Mal (vor der Kopplung mit einem Instrument) startet die App mit dem Bildschirm für die Kopplungseinrichtung.
- Der Bildschirm für die Kopplungseinrichtung von GENNECT Cross wird automatisch mit dem Instrument gekoppelt (bis zu acht Instrumente).
- Geben Sie dem Instrument nach dem Einschalten ca. 5 bis 30 s Zeit für die Kopplung mit der App. Wenn das Instrument auch nach Ablauf einer Minute keine Kopplung herstellen kann, starten Sie GENNECT Cross neu und schalten Sie das Instrument aus und wieder ein.
- Der Z3210 verwendet drahtlose 2,4-GHz-Frequenzband-Technologie. Wenn sich ein Gerät wie z. B. ein WLAN (IEEE 802.11.b/g/n), das denselben Frequenzbereich verwendet, in der Nähe Ihres mobilen Geräts befindet, wird die Kommunikation eventuell nicht hergestellt.

WICHTIG

Wenn Sie das Instrument auf den Boden stellen, verringert sich die Kommunikationsdistanz. Um das Instrument vom Boden fernzuhalten, empfiehlt es sich, das Instrument auf einen Schreibtisch oder eine Werkbank zu stellen oder es sich mit dem Halsriemen um den Hals zu hängen.

Aktivieren/Deaktivieren der Drahtloskommunikations-Funktion

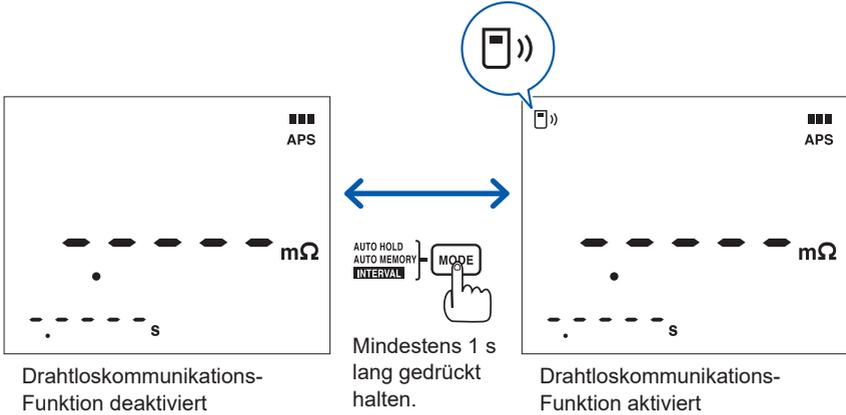
Durch Gedrückthalten der **[MODE]**-Taste für mindestens 1 s kann die Drahtloskommunikations-Funktion aktiviert/deaktiviert werden.

Wenn das Instrument nach der Installation des Z3210 zum ersten Mal eingeschaltet wird, wird die Drahtloskommunikations-Funktion aktiviert.

Ein: Drahtloskommunikations-Funktion aktiviert

Blinkt: Kommunikation im Gange

Aus: Drahtloskommunikations-Funktion deaktiviert



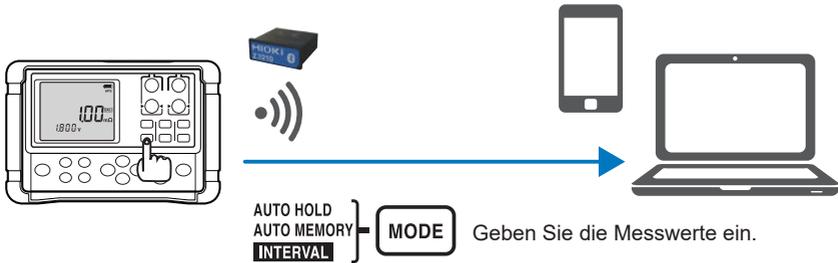
7.2 Direktdateneingabefunktion von Z3210 zu Excel (Excel-Direktdateneingabefunktion, HID-Funktion)

Das HID-Profil (Human Interface Device), mit dem der Z3210 Drahtlosadapter ausgestattet ist, ist ein Profil genau wie das, das auch für Funktastaturen verwendet wird.

Öffnen Sie vor der Dateneingabe eine Excel-Datei auf Ihrem mobilen Gerät oder Computer und wählen Sie eine Zelle aus. Durch das Einfrieren der Anzeige des Instruments können die Messwerte in den Zellen eingegeben werden.

Die Verwendung dieser Funktion bei aktivierter automatischer Haltefunktion ist sehr praktisch.

Siehe „Halten eines Messwerts“ (S. 48)

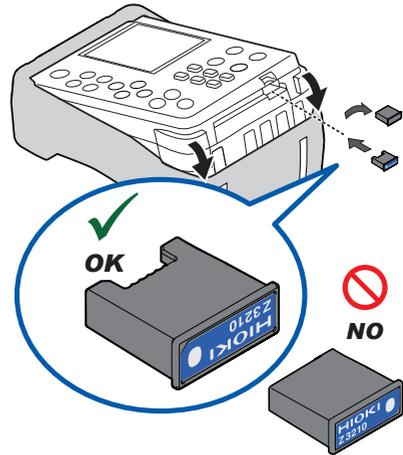


HID ON	Wählen Sie diese Option, um Messwerte in eine Excel-Datei oder eine Textdatei einzugeben. Das Instrument kann nicht mit GENNECT Cross kommunizieren.
HID OFF	Wählen Sie diese Option, um GENNECT Cross zu verwenden.

Die Einstellung, ob die HID-Funktion aktiviert oder deaktiviert wurde, wird nicht im Gerät, sondern im Z3210 gespeichert.

Aktivieren/Deaktivieren der HID-Funktion

- 1 Instrument ausschalten.
- 2 Verbinden Sie den Drahtlosadapter Z3210 (optional) mit dem Instrument. (S.32)



- 3 Zum Anzeigen des Bestätigungsbildschirms der HID-Einstellung halten Sie die [COMP]-Taste gedrückt und drücken Sie dabei die [POWER]-Taste. Das Instrument zeigt die im Z3210 gespeicherte HID-Einstellung an.

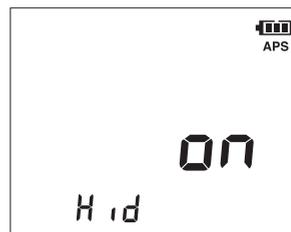
Wenn die Zeichenfolgen [---] angezeigt werden, wurde eine alte Version der Firmware im Z3210 installiert.

Aktualisieren Sie auf die neueste Version. Verwenden Sie GENNECT Cross Version 1.8 oder später zum Aktualisieren.



- 4 Wählen Sie zwischen [off] und [on].

- 5 Bestätigen Sie Ihre Eingabe. Die Anzeige kehrt zum Messmodus zurück.



(Wenn aktiviert)

WICHTIG

Zum Umschalten von der HID-Funktion auf GENNECT Cross

Wenn Sie GENNECT Cross starten, ohne die Kopplung zwischen dem mobilen Gerät und dem Instrument aufzuheben, kann es sein, dass GENNECT Cross das Gerät nicht als verbindungsfähiges Gerät erkennen kann. Befolgen Sie die unten beschriebene Vorgehensweise, um das Instrument erneut mit GENNECT Cross zu verbinden.

1. Verwenden Sie die **Bluetooth**[®]-Einstellung auf Ihrem mobilen Gerät, um das Instrument zu löschen.
2. Deaktivieren Sie die HID-Funktion des Z3210. (S. 88)
3. Verwenden Sie die Instrumenteneinstellung von GENNECT Cross, um das Instrument erneut zu verbinden.

Detaillierte Informationen finden Sie auf der Website des Z3210.

<https://z3210.gennect.net>



Learn more here!

Speicherfunktion (Speichern und Exportieren von Messdaten auf einen PC)

WICHTIG

Die Speicherfunktion kann nicht ausgeführt werden, wenn die Kommunikationsfunktion des Z3210 eingeschaltet ist.

Aufgaben der Speicherfunktion

Diese Funktion kann einen Wert, der derzeit gemessen wird, speichern. Die gespeicherten Daten werden auch nach dem Ausschalten des Instruments gehalten. Es existieren drei verschiedene Speichermethoden:

- Manueller Speicher (bis zu 1.000 Einträge) (S. 93)
- Auto-Speicher (bis zu 1.000 Einträge) (S. 94)
- Intervallspeicher (bis zu 6.000 Einträge) (S. 95)
- Im Speicher zu speichernde Daten (Einige Elemente können nicht nur mit dem Instrument angezeigt werden.)

Manueller Speicher, Auto-Speicher	Datum und Uhrzeit, Messwert, Temperatur, Widerstandsmessbereich, Durchschnittsermittlung, Komparator, geänderter Messstrom, Temperaturkorrektur (TC) und OVC
Intervallspeicher	Startdatum und -uhrzeit, Messwert, Temperatur, Widerstandsmessbereich, Durchschnittsermittlung, Temperaturkorrektur (TC), Temperaturumwandlung (ΔT) und Intervall

Es existieren zwei verschiedene Methoden zum Anzeigen von gespeicherten Daten.

- Anzeigen auf dem Instrument (Speicheranzeigefunktion) (S. 97)
- Exportieren auf einen PC (im USB-Massenspeichermodus) (S. 102)

Speicherlayout

Speicherblock (10 Blöcke)									
A.	b.	C.	d.	E.	F.	G.	H.	J.	L.
(Maximale Anzahl von Einträgen)									
Manueller oder Auto-Speicher: 100 Einträge pro Block, insgesamt 1.000 Einträge für alle Blöcke									
Intervallspeicher: Insgesamt 6.000 Einträge für alle Blöcke (Die Speicheranzahl in jedem Block ist nicht festgelegt.)									

Um Speichereinträge bis zur oben gezeigten maximalen Anzahl zu speichern, sollten alle Blöcke für den manuellen oder den Auto-Speicher oder nur für den Intervallspeicher verwendet werden. Wenn beide Speicherblockarten vorhanden sind, ist es nicht möglich, die maximale Anzahl an Speichereinträgen zu speichern.

Speicherblöcke

Im manuellen oder Auto-Speichermodus kann der Block zum Speichern von Daten ausgewählt werden. Im Intervallmodus werden Daten in einem verfügbaren freien Block gespeichert, wenn das Intervall beginnt. Im Intervallmodus kann der Speicherblock zum Speichern von Daten nicht definiert werden.

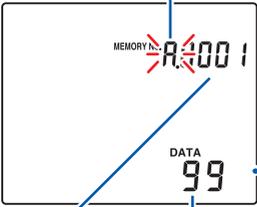
Ändern des Speicherblocks

- 1 Halten Sie die **[▶] (M.Block SEL)**-Taste gedrückt.

↓

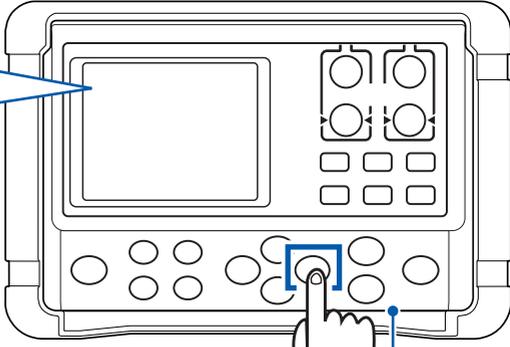
- 2 Wählen Sie einen Block aus.

oder **Ändert Blöcke.**



Anzahl gespei-
cherter Einträge

Anzahl an Einträ-
gen, die gespeichert
werden können



Gedrückt halten

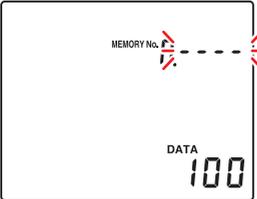
Drücken Sie die **[▶] (M.Block SEL)**-Taste zum Anzeigen eines Auswahlbildschirms.

Abbrechen

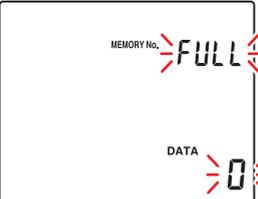
Anwenden und zum Messbildschirm wechseln.

- 3 Anwenden und zum Messbildschirm wechseln.

Keine Daten gespeichert

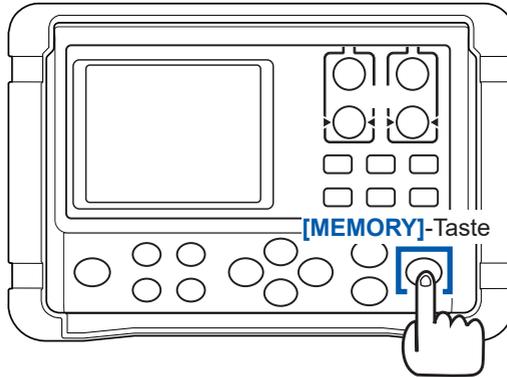


Kein freier Speicher verfügbar



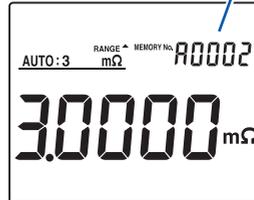
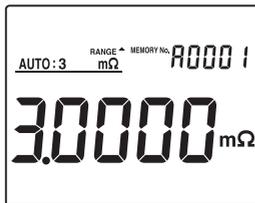
8.1 Speichern von Daten zu einer festgelegten Zeit (manueller Speicher)

Drücken Sie die **[MEMORY]**-Taste zum Speichern des angezeigten Messwerts.



Während der Messung

Die Speicher-Nr. blinkt (während der Speicherung von Daten) und die nächste verfügbare Speichernummer wird angezeigt.



WICHTIG

- Wenn ein gehaltener Messwert gespeichert wird, wird die zu verwendende Speichernummer angezeigt. Wenn der Haltezustand freigegeben wird, wird die nächste verfügbare Speichernummer angezeigt.
- Die Speichernummer wird jedes Mal, wenn Daten gespeichert werden, um eine Ziffer erhöht und kann nicht definiert werden. Wenn Daten versehentlich gespeichert werden, löschen Sie das zuletzt gespeicherte Datenelement (neueste Daten).

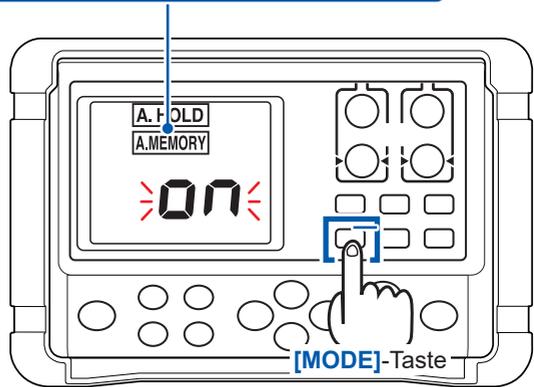
Siehe: „8.5 Löschen von Messdaten (Speicher löschen)“ (S. 98)

8.2 Automatisches Speichern von Daten bei Stabilisierung der Messwerte (Auto-Speicher)

Wenn sich ein Messwert stabilisiert, wird der Wert automatisch gehalten und gespeichert.

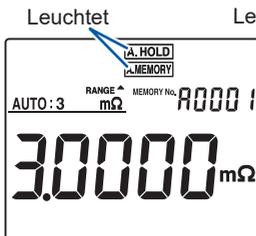
- 1 oFF → Auto-Halten (A.HOLD) → **Auto-Speicher (A.HOLD, A.MEMORY)** → Intervall (INTERVAL) → oFF

- 2
- ESC — Abbrechen
 - ENTER — Anwenden



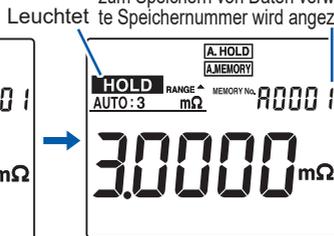
3

Während der Messung



Während Auto-Halten

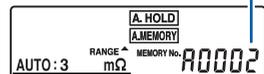
Die Speicher-Nr. blinkt (während der Speicherung von Daten) und die zum Speichern von Daten verwendete Speichernummer wird angezeigt.



Halten aufgehoben

Lösen Sie die Messleitungen vom Messobjekt und verbinden Sie die Leitungen daraufhin erneut mit dem Messobjekt. Die nächste Messung wird gestartet. (Der Haltestatus kann auch durch Ändern des Bereichs oder Drücken der [ESC]-Taste aufgehoben werden.)

Die nächste Speicher-Nr. wird während der Messung angezeigt



WICHTIG

Die Speichernummer wird jedes Mal, wenn Daten gespeichert werden, um eine Ziffer erhöht und kann nicht definiert werden. Wenn Daten versehentlich gespeichert werden, löschen Sie das zuletzt gespeicherte Datenelement (neueste Daten).
 Siehe: „8.5 Löschen von Messdaten (Speicher löschen)“ (S. 98)

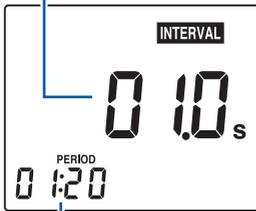
8.3 Speichern von Daten zu festgelegten Intervallen (Intervallspeicherfunktion)

Mithilfe dieser Funktion können Messdaten zu festgelegten Intervallen gespeichert werden. Das Verwenden dieser Funktion zusammen mit ΔT erleichtert die Ausführung eines Temperaturerhöhungstests (zur Einschätzung der Temperatur beim Ausschalten).

Einstellen des Intervallspeichers

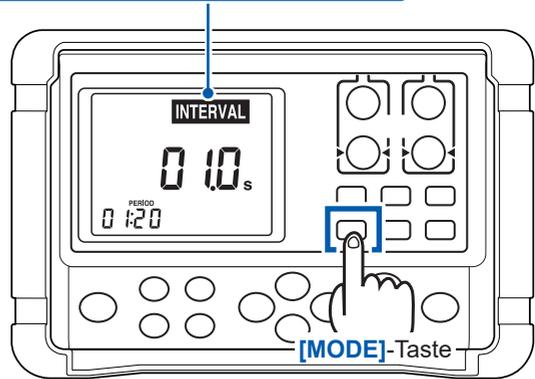
- 1 oFF → Auto-Halten (A.HOLD) → Auto-Speicher (A.HOLD, A.MEMORY) → Intervall (INTERVAL) → oFF

- 2 (Intervallzeiteinstellung)
 Stellen Sie die Intervallzeit ein.



Zeitspanne, in der Daten gespeichert werden können. (Beispiel: 01:20 gibt eine Stunde und 20 Minuten an.)

-  Abbrechen
-  Anwenden



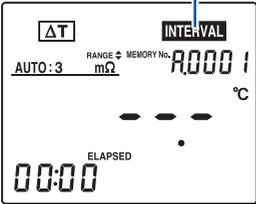
WICHTIG

Die Zeitspanne, in der Daten gespeichert werden können, hängt von der Anzahl an bereits gespeicherten Speichereinheiten und der eingestellten Intervallzeit ab.

Messen des Intervallspeichers

Intervall-Standby

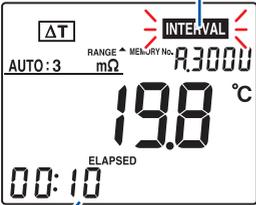
Leuchtet



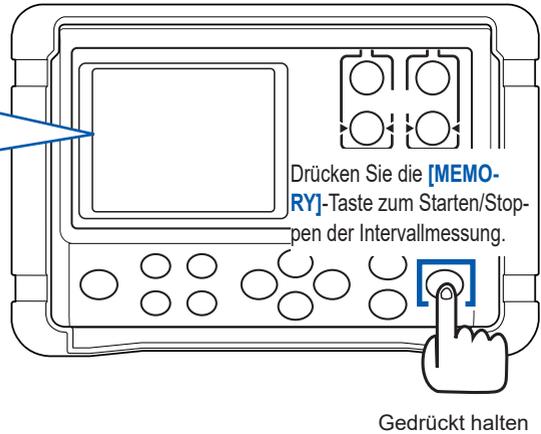
↑ MEMORY Gedrückt
INTERVAL halten ↓

Während der Messung

Blinken



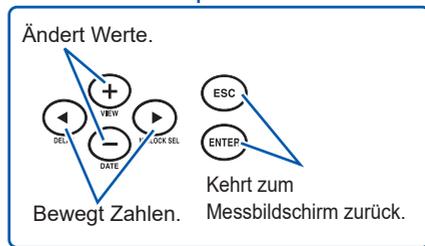
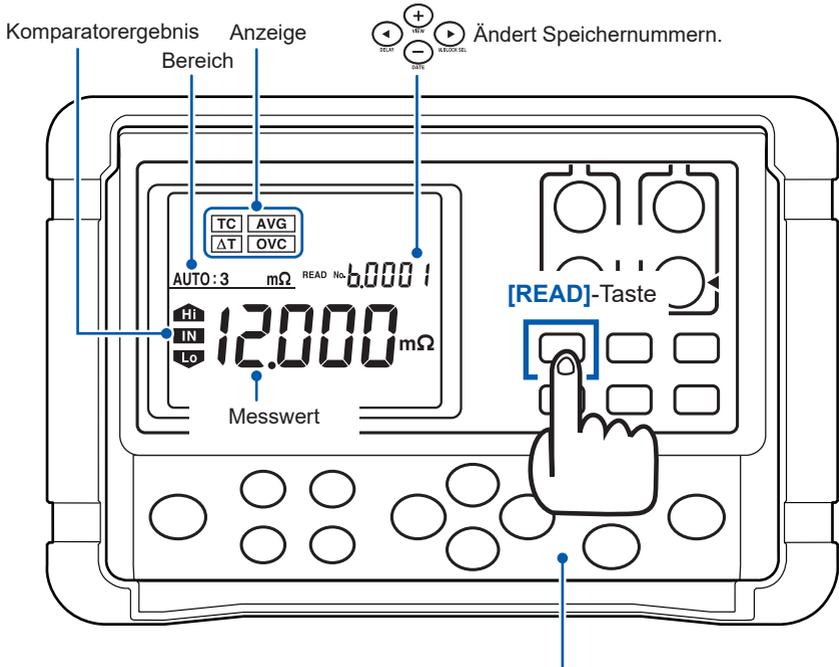
Vergangene Zeit



WICHTIG

- Bei vollem Speicher stoppt die Intervallmessung automatisch. Um erneut eine Intervallmessung zu starten, löschen Sie den Speicher.
- Wenn eine Intervallmessung startet, werden die Daten automatisch in einem verfügbaren freien Block gespeichert. Der verwendete Speicherblock kann nicht geändert werden. Wenn die Intervallmessung stoppt, zeigt der verwendete Speicherblock FULL an.
- Wenn die Intervallspeicherfunktion auf ON gestellt ist, kann die Komparatorfunktion nicht verwendet werden. Wenn der Komparator auf ON gestellt wird, kann die Intervallspeicherfunktion nicht verwendet werden.
- Wenn „-----“ (oder ein anderer Messwertfehler) nach Drücken der **[START]**-Taste angezeigt wird, beginnt die Speicherung der Daten nicht. Sobald ein Messwert angezeigt wird, beginnt die Speicherung der Daten.

8.4 Anzeigen gespeicherter Messdaten (Speicheranzeigefunktion)



8.5 Löschen von Messdaten (Speicher löschen)

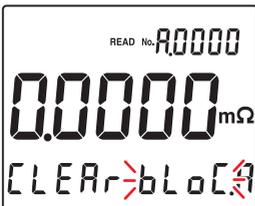
Es existieren drei verschiedene Methoden zum Löschen von gespeicherten Messdaten.

- Löschen von lediglich den letzten in einem Block gespeicherten Daten (neueste Daten)
- Löschen eines gesamten Blocks
- Alles löschen

Löschen von lediglich den neuesten in einem Block gespeicherten Daten (Block auswählbar)
Siehe: S. 99



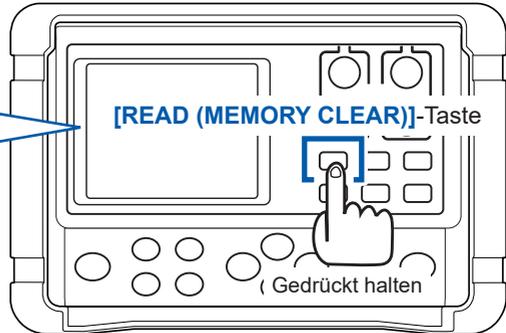
Löschen eines gesamten Blocks gespeicherter Daten
Siehe: S. 100



Löschen aller im Speicher gespeicherten Daten
Siehe: S. 101



Alle Daten können außerdem durch Ausschalten des Instruments und darauffolgendes Einschalten und gleichzeitiges Gedrückthalten der [READ]-Taste gelöscht werden.



Löschen von lediglich den neuesten in einem Block gespeicherten Daten (Block auswählbar)

Mit dieser Methode werden nur die zuletzt in einem Block gespeicherten Daten gelöscht. Diese Methode ist beispielsweise von Nutzen, wenn Daten versehentlich im manuellen oder Auto-Speichermodus gespeichert werden.

1 Halten Sie die -Taste gedrückt.

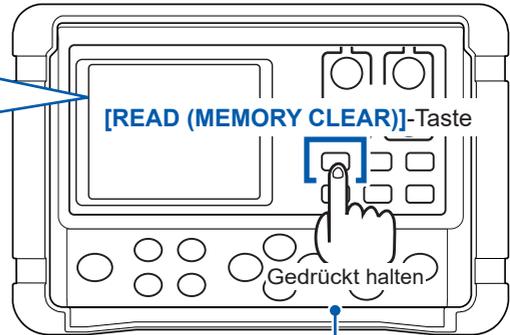
2  Wählen Sie LAST.

 oder  Wählen Sie LAST.

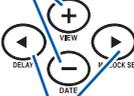
3  Wählen Sie den die zu löschenden Daten enthaltenden Block aus.

 oder  Wählen Sie den die zu löschenden Daten enthaltenden Block aus.

4  Löschen Sie die neuesten Daten aus dem ausgewählten Block und wechseln Sie zum Messbildschirm.



Ändert Elemente.



Abbrechen (ESC)

Löschen (ENTER)

Bewegt Elemente.

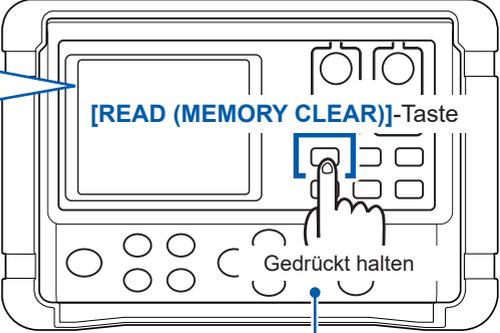
Löschen eines gesamten, gespeicherte Daten enthaltenden Blocks

Mithilfe dieser Methode wird ein gesamter, gespeicherte Daten enthaltender Block gelöscht.

1 Halten Sie die **[READ (MEMORY CLEAR)]**-Taste gedrückt.



[READ (MEMORY CLEAR)]-Taste



Gedrückt halten

Wählen Sie bLoC.

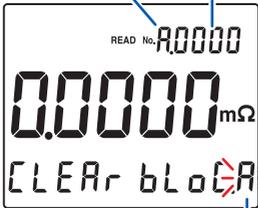
Wählen Sie den zu löschenden Block aus.

Fahren Sie mit der Blockauswahl fort.

Gewählter Block

Gesamtanzahl gespeicherter Dateneinträge

2



Ändert Elemente.

Bewegt Elemente.

Abbrechen

Löschen

3 Löschen Sie den ausgewählten Block und wechseln Sie zum Messbildschirm.

Löschen aller gespeicherten Daten

Mithilfe dieser Methode werden alle im Instrument gespeicherten Daten gelöscht.

1 Halten Sie die **READ (MEMORY CLEAR)**-Taste gedrückt.

2

3 **ENTER** Löschen Sie alle Daten und wechseln Sie zum Messbildschirm.

Wählen Sie ALL.

Ändert Elemente.

Abbrechen

Löschen

Gedrückt halten

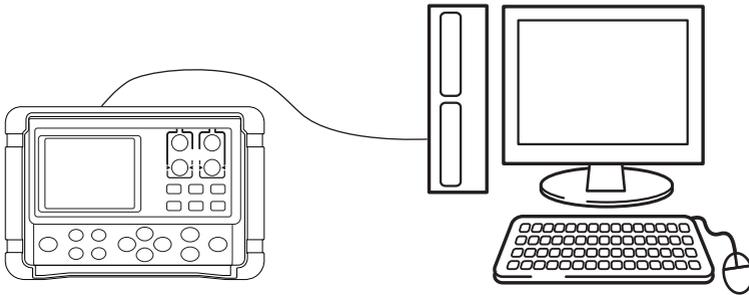
Um alle Daten wie bei der oben beschriebenen Methode zu löschen, drücken Sie die **[POWER]**-Taste und halten Sie gleichzeitig die **[READ]**-Taste gedrückt, wenn das Instrument ausgeschaltet ist.

8.6 Exportieren gespeicherter Messdaten an einen PC (USB-Massenspeichermodus)

Im Speicher gespeicherte Messwerte werden als Dateien im CSV-Format angelegt. Im internen Speicher gespeicherte Daten können unter Verwendung des USB-Massenspeichermodus an einen PC exportiert werden.

Anschließen eines USB-Kabels

Achten Sie auf die Ausrichtung der USB-Kabelstecker und schließen Sie die Stecker an das Instrument und den PC an.



Trennen des USB-Kabels

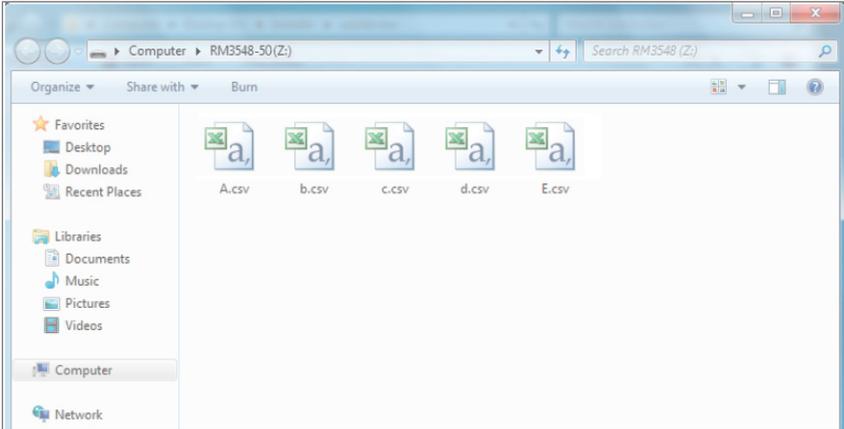
Um das an das Instrument angeschlossene USB-Kabel zu trennen, während der PC läuft, verwenden Sie das Symbol „Hardware sicher entfernen“ auf dem PC.

Kopieren einer Datei auf einen PC

1 Öffnen Sie [Start] → [My Computer] → [RM3548-50].

Ein Speicherblockname wird als Dateiname verwendet.

Beispiel: Wenn der Speicher des Instruments als RM3548-50 (Z:) erkannt wird



2 Kopieren Sie eine Datei auf den PC und öffnen Sie die Datei mit einem Textbearbeitungsprogramm (wie zum Beispiel Notepad) oder einem Tabellenkalkulationsprogramm (wie zum Beispiel Excel).

Wenn die Intervallmessung unterbrochen wird, wird der folgende Endstatus am Ende der Datei angezeigt.

- Wenn kein freier Speicher verfügbar ist und keine weiteren Daten gespeichert werden können: MemoryFull
- Wenn keine Batterieladung mehr vorhanden ist und das Instrument ausgeschaltet wird: BatteryLow

Beispiel: Wenn Excel zum Öffnen der Datei verwendet wird

	A	B	C	D
1	Model	HOIKI RM3548	RESISTANCE METER	
2	Serial No.	999999999		
3	DATE/TIME(M-D)	2013/1/1		
4	TIME	10:00:00		
5	RANGE[Ohm]	AUTO		
6	AWS	OFF		
7	DELTA T	ON		
8	RI [Ohm]	66.62		
9	TI [C]	25.4		
10	k	235		
11	INTERVAL[Sec]	0.2		
12				
13	DATA[6]			
14	3:07E+01			
15	3:07E+01			
16	3:07E+01			
17	3:07E+01			
18	3:07E+01			
19	3:07E+01			
20	3:07E+01			
21	3:07E+01			
22	3:07E+01			
23	3:07E+01			

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Model	HOIKI RM3548	RESISTANCE METER											
2	Serial No.	1 E+09												
3	DATE/TIME(M-D)	TIME	DATA	UNIT	TEMP[°C]	COMP	UPP/REF	LOW/K%	JUDGE	RANGE[Ohm]	TO	OVV	AVE	300mA
4	2013/1/1	9:50:41	7.51E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--			300	ON	OFF
5	2013/1/1	9:50:42	7.51E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--			300	ON	OFF
6	2013/1/1	9:50:43	7.51E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--			300	ON	OFF
7	2013/1/1	9:50:44	7.51E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--			300	ON	OFF
8	2013/1/1	9:50:47	3.48E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--			300	ON	OFF
9	2013/1/1	9:50:51	9.46E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--			300	ON	OFF
10	2013/1/1	9:50:58	1.72E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--			30	ON	OFF
11	2013/1/1	9:51:01	1.72E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--			30	ON	OFF
12	2013/1/1	9:51:32	4.88E+00	Ohm	25.4	OFF	--	--	--			30	ON	OFF
13	2013/1/1	9:51:54	4.88E+00	Ohm	25.4	OFF	--	--	--			30	ON	OFF
14	2013/1/1	9:52:13	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN			30	ON	OFF
15	2013/1/1	9:52:14	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN			30	ON	OFF
16	2013/1/1	9:52:15	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN			30	ON	OFF
17	2013/1/1	9:52:16	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN			30	ON	OFF
18	2013/1/1	9:52:17	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN			30	ON	OFF
19	2013/1/1	9:52:18	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN			30	ON	OFF
20	2013/1/1	9:52:18	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN			30	ON	OFF
21	2013/1/1	9:52:25	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	8.00E+00	8.00E+00	HE			30	ON	OFF
22	2013/1/1	9:52:26	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	8.00E+00	8.00E+00	HE			30	ON	OFF
23	2013/1/1	9:52:26	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	8.00E+00	8.00E+00	HE			30	ON	OFF

Im Intervallspeichermodus erstellte Datei

Im manuellen oder Auto-Speichermodus erstellte Datei

WICHTIG

- Während einer USB-Verbindung können keine Messungen oder Einstellungen vorgenommen werden. Auch über einen PC ist dies nicht möglich.
- Die Speicherdaten werden schreibgeschützt angelegt. Es können keine Dateien vom PC aus geändert oder gelöscht werden. Entfernen Sie zum Löschen einer Datei das USB-Kabel und verwenden Sie die Funktion zum Löschen des Speichers am Instrument. (S. 98)

Ändern des Dezimalzeichens und der Trennzeichen für CSV-Dateien

Sie können aus drei Dezimal- und Trennzeichenkombinationen, die für CSV-Dateien verwendet werden sollen, wählen.

Stellen Sie sicher, dass das Instrument ausgeschaltet ist und drücken Sie, während Sie die **[MODE]**-Taste gedrückt halten, die **[POWER]**-Taste.

Dezimalzeichen und Trennzeichen für CSV-Dateien

Typ	Dezimalzeichen	Trennzeichen	Extension
Type1	. (Punkt)	, (Komma)	.csv
Type2	, (Komma)	(Tabulator)	.txt
Type3	. (Punkt)	(Leerzeichen)	.txt

1 Schalten Sie das Instrument aus (wenn es eingeschaltet ist).

2 Halten Sie die **[MODE]**-Taste gedrückt und drücken Sie gleichzeitig die **[POWER]**-Taste bei ausgeschaltetem Instrument.

3



4 **[ENTER]** Anwenden und zum Messbildschirm wechseln.

[MODE]-Taste

[POWER]-Taste

[MODE] — Ändert den Typ.

[ESC] — Abbrechen

[ENTER] — Anwenden

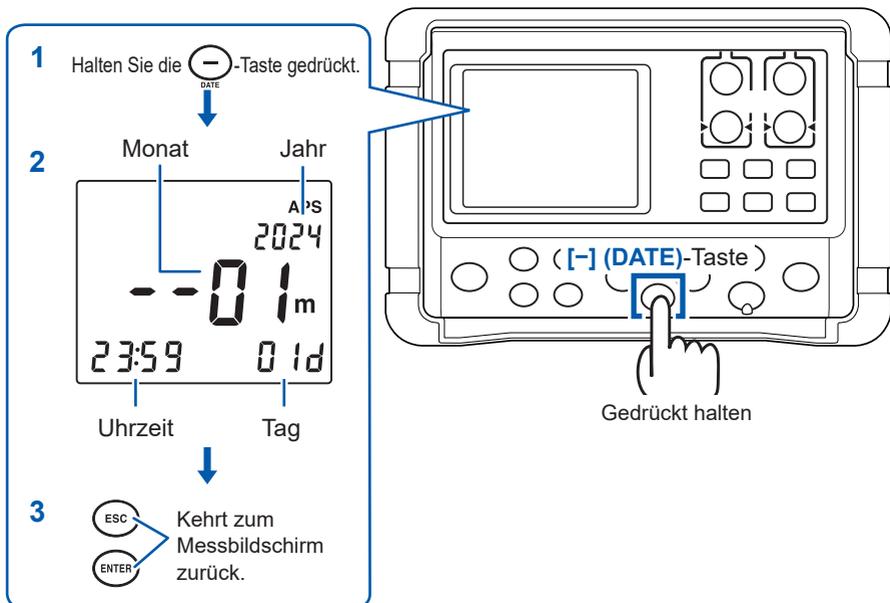
Der Typ kann auch mit **[+]** **[-]** geändert werden.

9

Systemeinstellungen

9.1 Anzeigen des Bestätigungsbildschirms für Datum und Uhrzeit

Halten Sie zum Überprüfen von Datum und Uhrzeit die **[-] (DATE)**-Taste gedrückt.



9.2 Einstellen der Uhr

Stellen Sie Datum und Uhrzeit ein.

Um den Bildschirm für die Zeiteinstellung anzuzeigen, drücken Sie die **[POWER]**-Taste und halten Sie bei ausgeschaltetem Instrument gleichzeitig die **[-]**-Taste gedrückt.

1 Schalten Sie das Instrument aus (wenn es eingeschaltet ist).

2 Halten Sie die **[-]**-Taste gedrückt und drücken Sie gleichzeitig die **[POWER]**-Taste bei ausgeschaltetem Instrument.

3

4 **[ENTER]** Anwenden und zum Messbildschirm wechseln.

◀ ▶ Bewegt Zahlen, Elemente.
+ - Ändert Werte.

Ändert Werte.

[POWER]-Taste **[-]**-Taste

ESC Abbrechen
ENTER Anwenden und zum Messbildschirm wechseln.

Bewegt Felder.

9.3 Hintergrundbeleuchtung

Ein-/Ausschalten der Hintergrundbeleuchtung

Halten Sie die **[AUTO]**-Taste gedrückt, um die Hintergrundbeleuchtung ein- oder auszuschalten.

Wenn die Inaktivität anhält oder eine Messstromanomalie über einen Zeitraum von mindestens 40 s erkannt wird, schaltet sich die Hintergrundbeleuchtung automatisch aus.

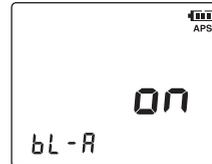
Aktivieren/Deaktivieren der automatischen Abschaltung der Hintergrundbeleuchtung

Sie können die automatische Abschaltung der Hintergrundbeleuchtung aktivieren/deaktivieren.

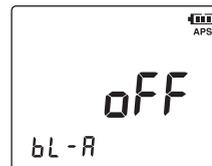
Aktiviert: Automatisches Ausschalten der Hintergrundbeleuchtung

Deaktiviert: Die Hintergrundbeleuchtung wird nicht automatisch ausgeschaltet

- 1** Instrument ausschalten.
- 2** Halten Sie die **[AUTO]**-Taste gedrückt und drücken Sie gleichzeitig die **[POWER]**-Taste.
Der Bildschirm für die Einstellung zum automatischen Ausschalten der Hintergrundbeleuchtung wird angezeigt.
- 3** Verwenden Sie Tasten **[▲]** und **[▼]** zur Auswahl von **[oFF]** oder **[on]**.
- 4** Bestätigen Sie Ihre Eingabe.
Die Anzeige kehrt zum Messmodus zurück.



(Wenn aktiviert)

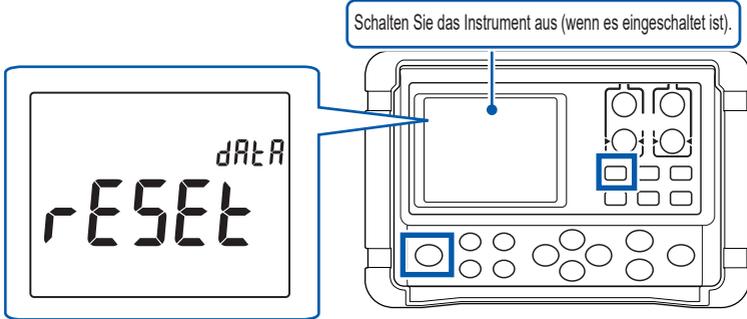


(Wenn deaktiviert)

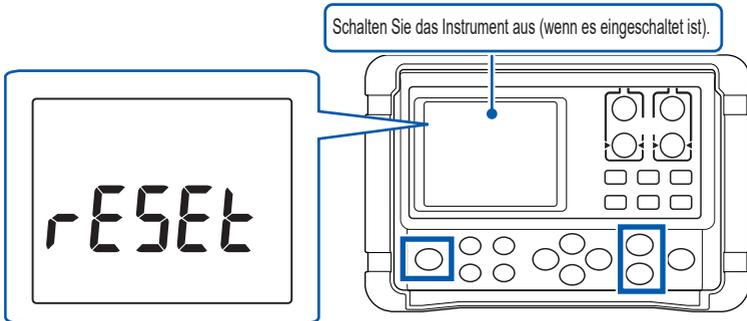
9.4 Initialisieren (Reset)

Diese Funktion bietet die folgenden drei Reset-Arten:

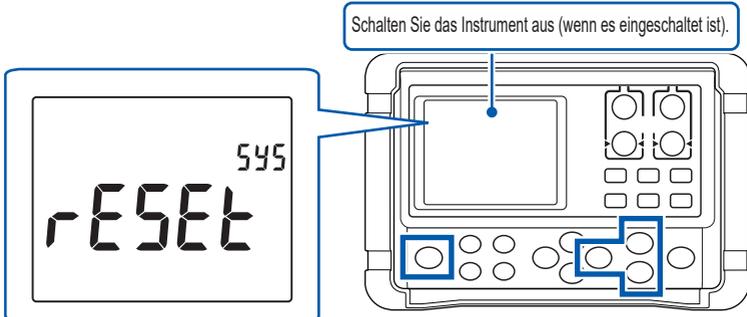
- Speicher löschen: Initialisiert den Speicher, in dem Messdaten gespeichert werden.
(Diese Initialisierungsart ist auch bei eingeschalteter Stromversorgung möglich. (S. 98))



- Reset (zum Zurücksetzen der aktuellen Messbedingungen): Setzt Daten und Einstellungen außer den Paneldaten, gespeicherten Messdaten und den Uhrzeiteinstellungen auf die Werkseinstellungen zurück.
(Diese Initialisierungsart ist auch bei eingeschalteter Stromversorgung möglich. (S. 81))



- System-Reset: Setzt alle Einstellungen außer den Uhrzeiteinstellungen, einschließlich der Paneldaten und der gespeicherten Messdaten, auf die Werkseinstellungen zurück.



Standardeinstellungen

Funktion	Verfügbare Einstellungen	Standardwert	Siehe
Messmoduswechsel	AUTO/MANUAL	AUTO	(S. 42)
Messbereich	3mΩ/ 30mΩ/ 300mΩ/ 3Ω/ 30Ω/ 300Ω/ 3kΩ/ 30kΩ/ 300kΩ/ 3MΩ	3MΩ	(S. 42)
Anzeigemodus	Keine/Speicher-Nr./Temperatur	Temperatur	(S. 45)
Nullabgleich	OFF/ON	OFF	(S. 50)
Durchschnittsberechnung	oFF/2/5/10/20	oFF	(S. 55)
Temperaturkorrektur, Temperaturumwandlung (ΔT)	oFF/TC/ΔT	oFF	(S. 56) (S. 73)
Nullspannungskompensation (OVC)	oFF/on	oFF	(S. 58)
Verzögerung	PrSEt (Werkseinstellung)/10 ms/ 30 ms/ 50 ms/ 100 ms/ 300 ms/ 500ms/ 1000 ms	PrSEt	(S. 60)
Messstromwechsel im Bereich 300 mΩ	Hi (300 mA)/ Lo (100 mA)	Lo	(S. 62)
Komparator	oFF/ ON (ABS-Modus)/ ON (REF%-Modus)	oFF	(S. 66)
Auswertungston	oFF/Hi/in/Lo/Hi-Lo/ALL1/ALL2	oFF	(S. 71)
Längenumwandlung	oFF/ON	oFF	(S. 76)
Speicherhaltemodus	oFF/A.HOLD (Auto-Halten)/A.HOLD,A. MEMORY (Auto-Speicher)/INTERVAL (Intervall)	oFF	(S. 48) (S. 91)
Speicherblock	A/b/C/d/E/F/G/H/J/L	A	(S. 92)

Initialisieren (Reset)

10 Spezifikationen

10.1 Allgemeine Spezifikationen

Betriebsumgebung	Innenräume, Verschmutzungsgrad 2, Höhe bis zu 2000 m ü. NN
Betriebstemperatur- und Luftfeuchtigkeitsbereiche	0°C bis 40°C, 80% RH oder weniger (nicht kondensierend)
Lagertemperatur- und Luftfeuchtigkeitsbereiche	-10°C bis 50°C, 80% RH oder weniger (nicht kondensierend)
Geltende Normen	Sicherheit EN61010
	EMC EN61326
Stromversorgung	Alkali-Batterien LR6 ×8 HR6-Nickel-Metallhydrid-Batterien ×8
Geregelte Versorgungsspannung	1,5 V DC × 8 (LR6-Alkali-Batterien ×8)
	1,2 V DC × 8 (HR6-Nickel-Metallhydrid-Batterien ×8)
Max. Nennspannung	5 VA
Durchgängige Betriebsdauer	Bei Verwendung von acht neuen LR6-Alkalibatterien oder acht HR6-Nickel-Metallhydrid-Batterien (Orientierungswerte bei 23°C) Ca. 10 Stunden (Beim Vornehmen einer Messung unter Verwendung des 3 mΩ-Bereichs für 1 s pro 10 s bei ausgeschalteter Hintergrundbeleuchtung.)
Abmessungen	Ca. 199B × 132H × 60,6T mm (einschließlich Schutzvorrichtung)
Gewicht	Ca. 890 g (einschließlich Schutzvorrichtung)
Produktgaranzzeitraum	3 Jahre
Sicherung	F2AH/250 V (eingebaut)
Zubehör	S.2
Optionen	S.3

10.2 Messungsspezifikationen

(1) Grundlegende Spezifikationen

Messbare Bereiche	0,0000 m Ω (3m Ω -Bereich) bis 3,5000 M Ω (3 M Ω -Bereich) (10 Bereiche)	
Messsignal	Konstantstrom	
Messmethode	Vierpolige Gleichstrommethode	
Messanschlüsse	Bananenstecker	
	SOURCE A-Anschluss	Stromerkennung
	SOURCE B-Anschluss	Stromquelle
	SENSE A-Anschluss	Spannungserkennung
	SENSE B-Anschluss	Spannungserkennung

(2) Spezifikationen der Widerstandsmessung

Genauigkeitsgarantiebedingungen

Genauigkeitsgarantie nach Temperatur und Luftfeuchtigkeit	23 °C \pm 5 °C, maximal 80% RH
Genauigkeitsgarantiezeit- raum	1 Jahr
Temperaturkoeffizient	\pm (1/10tel der Messgenauigkeit) / °C wird in den Temperaturbereichen 0 °C bis 18 °C und 28 °C bis 40 °C hinzugefügt.

Genauigkeit \pm (%rdg.+%f.s.) (berechnet als f.s. \pm 30.000 dgt. 0,010%f.s. = 3 dgt.)

Nullspannungskompensations-Funktion (OVC): OFF

Bereich	Maximaler Messbereich*1, *2	Messgenauigkeit	Messstrom*3	Leerlaufspannung
3m Ω	3,500 0 m Ω	0,100 + 0,200	1 A	5,5 V _{MAX}
30m Ω	35,000 m Ω	0,100 + 0,020		
300m Ω	350,00 m Ω	0,100 + 0,010	300 mA	
		0,020 + 0,020	100 mA	
3 Ω	3,500 0 Ω	0,020 + 0,007	10 mA	
30 Ω	35,000 Ω	0,020 + 0,007	1 mA	
300 Ω	350,00 Ω	0,020 + 0,007		
3k Ω	3,500 0 k Ω	0,020 + 0,007	100 μ A	
30k Ω	35,000 k Ω	0,020 + 0,007	5 μ A	
300k Ω	350,00 k Ω	0,040 + 0,007	500 nA	
3M Ω	3,500 0 M Ω	0,200 + 0,007		

Nullspannungskompensations-Funktion (OVC): ON

Bereich	Maximaler Messbereich*1, *2	Messgenauigkeit	Messstrom*3	Leerlaufspannung
3m Ω	3,500 0 m Ω	0,100 + 0,020	1 A	5,5 V _{MAX}
30m Ω	35,000 m Ω	0,100 + 0,010		
300m Ω	350,00 m Ω	0,100 + 0,010	300 mA	
		0,020 + 0,010	100 mA	
3 Ω	3,500 0 Ω	0,020 + 0,007	10 mA	
30 Ω	35,000 Ω	0,020 + 0,007	1 mA	
300 Ω	350,00 Ω	0,020 + 0,007		

*1 Ein negativer Wert beträgt bis zu -10%f.s.

*2 Der maximale Anzeigebereich entspricht dem maximalen Messbereich.

*3 Die Messstromgenauigkeit liegt bei \pm 5%.

(Der folgende Wert wird als ein rdg.-Fehler zur Genauigkeit der Widerstandsmessung hinzugefügt, wenn die Temperaturkorrektur verwendet wird.)

$$\frac{-\alpha_{t_0} \Delta t}{1 + \alpha_{t_0} \times (t + \Delta t - t_0)} \times 100 [\%]$$

t_0 : Referenztemperatur [$^{\circ}$ C]

t : Derzeitige gemessene Temperatur [$^{\circ}$ C]

Δt : Genauigkeit der Temperaturmessung

α_{t_0} : Temperaturkoeffizient bei t_0 [$1/^{\circ}$ C]

(3) Genauigkeit der Temperaturmessung (Thermistor-Sensor)

Genauigkeitsgarantie	-10,0 °C bis 99,9 °C
Anzeigebereich	-10,0 °C bis 99,9 °C
Messzeitraum (Geschwindigkeit)	200 ms \pm 20 ms
Aktualisierungsrate der Anzeige	Ca. 2 s
Genauigkeitsgarantiezeit- raum	Ein Jahr

Genauigkeit bei Verwendung mit einem Z2002 Temperatursensor

Genauigkeit	Temperaturbereich
$\pm(0,55+0,009 \times t-10)^{\circ}\text{C}$	-10,0 °C bis 9,9 °C
$\pm 0,50^{\circ}\text{C}$	10,0 °C bis 30,0 °C
$\pm(0,55+0,012 \times t-30)^{\circ}\text{C}$	30,1 °C bis 59,9 °C
$\pm(0,92+0,021 \times t-60)^{\circ}\text{C}$	60,0 °C bis 99,9 °C

t : Messtemperatur (°C)

Die Genauigkeit des Instruments liegt bei $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$.

(4) Abfolge der Vorgehensweise

1. Nullabgleich
2. Temperaturkorrektur
3. Längenumwandlung

Genauigkeit

Die Messtoleranzen werden in f.s. (Messbereich), rdg. (Anzeigewert) und dgt. (Auflösung, digit) angegeben, denen die folgenden Bedeutungen zugrunde liegen:

f.s.	(maximaler Anzeigewert) Zeigt normalerweise den maximalen Anzeigewert an. Bei diesem Instrument wird damit der derzeit verwendete Bereich angegeben.
rdg.	(Anzeigewert oder angezeigter Wert) Der aktuell gemessene und auf dem Messinstrument angezeigte Wert.
dgt.	(Auflösung) Die kleinste anzeigbare Einheit auf einem Messinstrument, also der Eingangswert, bei dem auf der digitalen Anzeige eine „1“ angezeigt wird.

Genauigkeitsberechnungsbeispiele

(Zahlen nach den Anzeigeziffern werden abgerundet.)

1 Genauigkeit der Widerstandsmessung

Messbedingungen: Bereich 300mΩ, Strom Lo (100 mA), OVC OFF,
Messobjekt = 100mΩ
Genauigkeit der Widerstandsmessung: $\pm(0,020\%rdg. + 0,020\%f.s.)$

$$\pm (0,020\% \times 100m\Omega + 0,020\% \times 300m\Omega) = \pm 0,08m\Omega$$

2 Genauigkeit der Temperaturmessung

Messbedingungen: Thermistor-Temperatursensor, Messtemperatur = 35 °C
Genauigkeit der Temperaturmessung: $\pm(0,55 + 0,012 \times |t-30|)$

$$\pm (0,55 + 0,012 \times |35-30|) = \pm 0,61 \text{ °C}$$

3 Zusätzliche Temperaturkorrekturgenauigkeit

Messbedingungen: Temperaturkoeffizient = 3930 ppm/°C, Referenztemperatur = 20 °C,
Messtemperatur = 35 °C

$$\text{Zusätzlicher Fehler} = \frac{-\alpha_{t_0} \Delta t}{1 + \alpha_{t_0} \times (t + \Delta t - t_0)} \times 100 [\%]$$

$$\frac{-0.393\% \times (\pm 0.6)}{1 + 0.393\% \times (35 \pm 0.6 - 20)} = +0.222\%rdg., -0.223\%rdg.$$

10.3 Funktionsspezifikationen

(1) Widerstandsbereichsschalter

Modus	AUTO/MANUAL (Der manuelle Modus ist immer eingeschaltet, wenn die Komparator-Funktion eingeschaltet ist.)
Standardein- stellung	AUTO

(2) Messstromwechsel

Betrieb	Ändert den Messstrom im Bereich 300mΩ.
Messstrom	Hi: 300 mA/Lo: 100 mA
Standardein- stellung	Lo

(3) Aktualisierungsrate der Anzeige

OVC	Aktualisierungsrate der Messwertanzeige
OFF	Ca. 100 ms
ON	Ca. 230 ms

(Wenn OVC ON ist, wird die mit zwei multiplizierte Verzögerung hinzugefügt.)
 Richtlinie für die Integrationszeit (Lesezeit der Daten zur erkannten Spannung): 100 ms

(4) Nullabgleich

Betrieb	Hebt die interne Nullspannung und den Restwiderstand vor der Messung auf.
Einstellung	ON/OFF (löschen): Für jeden Bereich
Nullabgleichs- bereich	Maximal $\pm 3\%$ f.s. für jeden Bereich (f.s.=30.000 dgt.)
Standardein- stellung	OFF

(5) Durchschnittsberechnung

Betrieb	Gleitender Durchschnitt
Einstellung	OFF/2/5/10/20
Standardein- stellung	OFF

(6) Verzögerung

Betrieb	<p>Passt die für die Stabilisierung der Messung benötigte Zeit an, indem nach der Verwendung der OVC- oder Auto-Bereichsfunktion zum Ändern des Messstroms ein Wartezeitraum eingefügt wird.</p> <p>Voreinstellung: Die Integration beginnt nach Ablauf der werksseitig eingestellten Zeit (die je nach Bereich variiert).</p> <p>Kein voreingestellter Wert: Die Integration beginnt nach Ablauf der definierten Zeit (für alle Bereiche).</p>
Einstellung	<p>Voreinstellung (Werkseinstellung)/ 10 ms/ 30 ms/ 50 ms/ 100 ms/ 300 ms/ 500 ms/ 1000 ms</p> <p>Wenn die OVC-Verzögerung auf 100 ms oder weniger in einem Bereich von 3mΩ, 30mΩ oder 300mΩ* (*300mΩ = Hi-Messstrom) eingestellt ist, beträgt die Verzögerungszeit stets 200 ms.</p>
Standardeinstellung	Voreinstellung

Voreingestellter OVC-Verzögerungswert (Werkseinstellung) (Einheit: ms)

Messstrom	Bereich	Verzögerungszeit
Lo	3mΩ bis 30mΩ	200
	300mΩ bis 3Ω	50
	30Ω bis 300Ω	30
Hi	300mΩ	200

(7) Temperaturkorrektur (TC)

Betrieb	Wandelt den gemessenen Widerstand unter Verwendung eines Temperaturkoeffizienten in den einer gewünschten Temperatur um und zeigt ihn an.		
Ausdruck	$R_{t_0} = \frac{R_t}{1 + \alpha_{t_0}(t - t_0)}$		
	R_t :	Gemessener Widerstandswert (Ω)	
	R_{t_0} :	Korrigierter Widerstandswert (Ω)	
	t_0 :	Referenztemperatur (°C)	Einstellungsbereich: -10,0 bis 99,9 °C
	t :	Derzeitige Messtemperatur (°C)	
	α_{t_0} :	Temperaturkoeffizient (1/°C) bei t_0	Einstellungsbereich: -9.999 bis 9.999 ppm/°C
Temperaturkorrektur	ON/OFF (ΔT ist immer OFF, wenn TC = ON).		
Standardeinstellung	OFF, t_0 : 20 °C, α_{t_0} : 3.930 ppm/°C		

(8) Nullspannungskompensation (OVC)

Betrieb	Verhindert die Auswirkungen einer Nullspannung. Führt zwei Messungen mit unterschiedlichem Strom aus, wenn OVC ON ist.
Gültige Bereiche	Bereich 3mΩ bis Bereich 300Ω
Einstellung	ON/OFF
Standardeinstellung	OFF

(9) Messfehlererkennung

Erkennung von außerhalb des Bereichs liegenden Messungen

Betrieb	Zeigt einen Fehler durch eine außerhalb des Bereichs liegende Messung an, wenn eine der folgenden Bedingungen eintritt:
	<ul style="list-style-type: none"> • Der Messbereich wurde überschritten. • Der Eingangsbereich des A/D-Wandlers wurde während einer Messung überschritten. • Ein Berechnungsergebnis überschreitet die maximalen Anzeigeeichen.

Stromfehlererkennung

Betrieb	Erkennt einen Fehler, bei dessen Auftreten ein voreingestellter Messstrom nicht angelegt werden kann. Diese Funktion kann nicht deaktiviert werden.
---------	--

Erkennung der Sicherung eines Stromkreises

Betrieb	Wenn eine Überspannung erkannt wird, stoppt das Instrument die Messung, aktiviert die rote Hintergrundbeleuchtung und bleibt in diesem Zustand, bis es ausgeschaltet wird. Diese Funktion kann nicht deaktiviert werden. Der Stromkreis wird geschützt, bis 42,4 V Scheitelwert AC, 60 V DC erreicht ist.
---------	--

(10) Komparator

Gemeinsamer Betrieb	Die rote Hintergrundbeleuchtung wird eingeschaltet, wenn eine Hi- oder Lo-Auswertung erstellt wird.
Betrieb	Vergleicht den eingestellten Wert und den Messwert.
Einstellung	ON/OFF (Der Bereich ist festgelegt, wenn die Komparator-Funktion eingeschaltet ist. Die Komparator-Funktion wird automatisch zu OFF, wenn ΔT oder die Längenumwandlungsfunktion zu ON wird.)
Auswertungsmethode	REF%-Modus / ABS-Modus
Standardeinstellung	OFF, ABS-Modus
Auswertung	Hi Messwert > oberer Grenzwert IN oberer Grenzwert \geq Messwert \geq unterer Grenzwert Lo unterer Grenzwert > Messwert

ABS-Modus

Bereich des oberen und unteren Grenzwerts	0,000 0 m Ω bis 9,999 9 M Ω
Standardeinstellung	0,000 0 m Ω

REF%-Modus

Anzeige	Relativwertanzeige
	$\text{Relativwert} = \left(\frac{\text{Messwert}}{\text{Referenzwert}} - 1 \right) \times 100[\%]$
Relativwertanzeigebereich	-999,99% bis 999,99%
Referenzwertbereich	0,000 1 mΩ bis 9,999 9 MΩ
Bereich des oberen und unteren Grenzwerts	0,00% bis ± 99,99%
Standardeinstellung	Referenzwert: 0,000 1 mΩ, Bereich des oberen und unteren Grenzwerts: 0,00%

(11) Einstellung der Komparator-Auswertung

Funktion	Die rote Hintergrundbeleuchtung wird eingeschaltet und der Signalton ertönt gemäß dem Komparator-Auswertungsergebnis.
Einstellung	OFF / Hi / IN / Lo / Hi oder Lo / ALL1 / ALL2 Die Töne ALL1 und ALL2 sind bei Hi, Lo und IN unterschiedlich.
Standardeinstellung	OFF

(12) Temperaturumwandlung (ΔT)

Betrieb	Wandelt einen gemessenen Widerstandswert basierend auf der Tatsache, dass Widerstand von der Temperatur abhängt, in eine Temperatur um und zeigt den Temperaturerhöhungswert an.
Ausdruck	$\Delta t = \frac{R_2}{R_1} (k + t_1) - (k + t_2)$
	Δt: Temperaturerhöhung (°C)
	t ₁ : Wicklungstemperatur (°C) (in kühlem Zustand) während der Messung des ursprünglichen Widerstands R ₁ Einstellungsbereich: -10,0 °C bis 99,9 °C
	t ₂ : Kühlmitteltemperatur (°C) zum Abschluss des Temperaturerhöhungstests
	R ₁ : Wicklungswiderstand (Ω) bei Temperatur t ₁ (in kühlem Zustand) Einstellungsbereich: 0,000 1 mΩ bis 3,500 0 MΩ
	R ₂ : Wicklungswiderstand (Ω) zum Abschluss des Temperaturerhöhungstests
	k: Kehrwert (°C) des Temperaturkoeffizienten von Leitermaterial bei 0 °C Einstellungsbereich: -999,9 bis 999,9 °C
ΔT-Anzeigebereich	-999,9 bis 999,9 °C
Temperaturumwandlung	ON/OFF (Wenn ΔT eingeschaltet ist, sind die TC- und die Komparator-Funktion immer OFF. Wenn die Längenumwandlungsfunktion eingeschaltet ist, wird ΔT automatisch zu OFF.)
Standardeinstellung	OFF, t ₁ : 23,0°C, R ₁ : 1,000 0 Ω, k: 235,0

(13) Längenumwandlung

Betrieb	Wandelt einen Messwert in eine Länge zur Anzeige um.
Längenanzeigebereich	0,0000 mm bis 999,99 km (Bei negativem Widerstand wird außerdem ein negatives Vorzeichen angezeigt.)
Einstellung	ON/OFF (Wenn die Längenumwandlungsfunktion ON ist, ist die Komparator-Funktion immer OFF. Wenn ΔT eingeschaltet ist, wird die Längenumwandlungsfunktion automatisch OFF.)
Widerstand pro Meter	0,0001 m Ω bis 350,00 Ω
Standardeinstellung	OFF, 1 Ω
Anzeigeformat	Siehe nachfolgende Tabelle.

Bereich	Widerstand pro Meter			
	0,000 1 bis 0,003 4 m Ω	0,003 5 bis 0,035 0 m Ω	0,035 1 bis 0,350 0 m Ω	0,350 1 bis 3,500 0 m Ω
3m Ω	0,000 0 km	000,00 m	00,000 m	0,000 0 m
30m Ω	00,000 km	0,000 0 km	000,00 m	00,000 m
300m Ω	000,00 km	00,000 km	0,000 0 km	000,00 m
3 Ω	*1	000,00 km	00,000 km	0,000 0 km
30 Ω	*1	*1	000,00 km	00,000 km
300 Ω	*1	*1	*1	000,00 km
3k Ω	*1	*1	*1	*1
30k Ω	*1	*1	*1	*1
300k Ω	*1	*1	*1	*1
3M Ω	*1	*1	*1	*1

*1 Anzeige für außerhalb des Bereichs liegende Messungen

Bereich	Widerstand pro Meter				
	3,500 1 bis 35,000 m Ω	35,001 bis 350,00 m Ω	350,01 m Ω bis 3,500 0 Ω	3,500 1 bis 35,000 Ω	35,001 bis 350,00 Ω
3m Ω	000,00 mm	00,000 mm	0,000 0 mm	*1	*1
30m Ω	0,000 0 m	000,00 mm	00,000 mm	0,000 0 mm	*1
300m Ω	00,000 m	0,000 0 m	000,00 mm	00,000 mm	0,000 0 mm
3 Ω	000,00 m	00,000 m	0,000 0 m	000,00 mm	00,000 mm
30 Ω	0,000 0 km	000,00 m	00,000 m	0,000 0 m	000,00 mm
300 Ω	00,000 km	0,000 0 km	000,00 m	00,000 m	0,000 0 m
3k Ω	000,00 km	00,000 km	0,000 0 km	000,00 m	00,000 m
30k Ω	*1	000,00 km	00,000 km	0,000 0 km	000,00 m
300k Ω	*1	*1	000,00 km	00,000 km	0,000 0 km
3M Ω	*1	*1	*1	000,00 km	00,000 km

*1 Anzeige für außerhalb des Bereichs liegende Messungen

(14) Auto-Haltefunktion

Betrieb	Hält automatisch den Messwert. Der Haltezustand wird unter der folgenden Bedingung aufgehoben: Wenn nach dem Lösen der Messleitung eine Messung ausgeführt wird, wenn der Bereich geändert wird oder wenn die [ESC] -Taste gedrückt wird.
Einstellung	ON/OFF
Standardeinstellung	OFF

(15) Speicherfunktion

Gemeinsamer Betrieb	Die Speicherfunktion kann nicht ausgeführt werden, wenn die Kommunikationsfunktion des Z3210 eingeschaltet ist.	
Manueller Speicher	Betrieb:	Speichert einen Messwert, wenn die MEMORY-Taste gedrückt wird.
	Gespeicherte Inhalte:	Datum und Uhrzeit, Messwert, Temperatur, Widerstandsmessbereich, Durchschnittsermittlung, Komparator, geänderter Messstrom, Temperaturkorrektur (TC) und OVC
Auto-Speicher	Betrieb:	Speichert einen Messwert nach Auftreten eines Auto-Haltens.
	Gespeicherte Inhalte:	Datum und Uhrzeit, Messwert, Temperatur, Widerstandsmessbereich, Durchschnittsermittlung, Komparator, geänderter Messstrom, Temperaturkorrektur (TC) und OVC
	Einstellung:	ON/OFF
Intervallspeicher	Betrieb:	Speichert einen Messwert für jedes Intervall.
	Gespeicherte Inhalte:	Startdatum und -uhrzeit, Messwert, Temperatur, Widerstandsmessbereich, Durchschnittsermittlung, Temperaturkorrektur (TC), Temperaturumwandlung (ΔT) und Intervall
	Einstellung: Intervall:	ON/OFF 0,2 s bis 10,0 s (0,2-Sekunden-Schritte)
Speicheranzahl	Blockanzahl:	10
	Manueller oder Auto-Speicher:	Bis zu 1.000
	Intervall:	Bis zu 6.000
Export von Speicherdaten	Anzeige, USB-Massenspeicher (CSV- oder TXT-Datei)	
Standardeinstellung	Auto-Speicher:	OFF
	Intervallspeicher:	OFF
	Intervall:	0,2 s
Speicher löschen	Speichernde/einzeln Block/gesamter Speicher	

(16) Speichern und Laden von Panels

Betrieb	Speichert oder lädt einen Messbedingungssatz durch Angeben der Panelnummer.
Panelanzahl	9
Gespeicherte Inhalte	Widerstandsmessbereich, Durchschnittsermittlung, Verzögerung, Komparator, Auswertungston, Temperaturumwandlung (ΔT), geänderter Messstrom, Längenumwandlung, Temperaturkorrektur (TC), OVC und Speichermodus
Panel löschen	Löscht ein Panel.

(17) Uhr

Anzeige von Datum und Uhrzeit	Auto-Kalender, automatische Schaltjahrerkennung
Zeitanzeige	24-Stunden-Uhr
Uhrgenauigkeit	Ca. ± 4 Minuten pro Monat
Standardeinstellung	00:00:00 am 1. Januar 2024
Betriebsdauer der Ersatzbatterie	Ca. 10 Jahre (Richtlinie für 23°C)

(18) Zurücksetzen

Zurücksetzen

Betrieb	Zurücksetzen aller Einstellungen außer den Paneldaten und den gespeicherten Messdaten sowie Uhrzeiteinstellungen auf die Werkseinstellungen.
---------	--

Zurücksetzen des Systems

Betrieb	Zurücksetzen aller Einstellungen außer den Uhrzeiteinstellungen, einschließlich der Paneldaten und der gespeicherten Messdaten, auf die Werkseinstellungen.
---------	---

(19) Automatische Stromsparfunktion (APS)

Betrieb	Schaltet das Instrument automatisch aus, wenn 10 Minuten lang keine Taste bedient wird oder ein Messfehlerstatus fortbesteht. Die APS-Funktion wird während einer Intervallmessung oder einer USB-Verbindung automatisch deaktiviert. Sie kann manuell deaktiviert werden.
---------	--

(20) Erkennung der verbleibenden Batterieladung

Betrieb	Zeigt die verbleibende Batterieladung in drei Stufen an. (Die Batteriespannungswerte dienen nur zur Referenz.)
	 10,0 V $\pm 0,2$ V oder höher  8,5 V $\pm 0,2$ V bis unter 10,0 V $\pm 0,2$ V  8,0 V $\pm 0,2$ V bis unter 8,5 V $\pm 0,2$ V  Unter 8,0 V $\pm 0,2$ V (Das Instrument wird ausgeschaltet.)

(21) Selbsttest

LCD	Durch Anzeigen aller Segmente Siehe „1.4 Bildschirmlayout“ (S.23).
Sonstige	ROM-/RAM-Test, Prüfung auf durchgebrannte Sicherung zum Schutz des Messungsstromkreises

(22) Hintergrundbeleuchtung

Betrieb	Ein-/Ausschalten der Hintergrundbeleuchtung der Anzeige in Weiß.
Standardeinstellung	Automatische Abschaltung der Hintergrundbeleuchtung aktiviert Wenn die Inaktivität anhält oder eine Messstromanomalie über einen Zeitraum von 40 s erkannt wird, schaltet sich die Hintergrundbeleuchtung automatisch aus.
So wird eingestellt	(Aktivieren/Deaktivieren der automatische Abschaltungsfunktion der Hintergrundbeleuchtung) Siehe „9.3 Hintergrundbeleuchtung“ (S.107).

(23) Drahtloskommunikation (Nur, wenn Z3210 installiert ist)

Betrieb	Überträgt Messwerte zur Anzeige auf ein Smartphone oder ein Tablet.
Anzeige	)) Wenn das Segment ausgeblendet wird: Drahtloskommunikation deaktiviert )) Wenn das Segment erscheint: Drahtloskommunikation aktiviert )) Wenn das Segment blinkt: Kommunikation im Gange
Kommunikationsdistanz	Ca. 10 m (Sichtverbindung)
Unterstützte Anwendungen	GENNECT Cross für iOS GENNECT Cross für Android™
Aktualisieren	Verfügbar durch Verwendung von GENNECT Cross
So wird kommuniziert	Siehe „7.1 Kommunikation mit einem mobilen Gerät“ (S.84)

(24) Die Z3210 HID-Einstellung (nur wenn Z3210 verbunden ist)

Betrieb	Die HID-Funktion des Z3210 kann aktiviert/deaktiviert werden (Die Einstellung wird im Z3210 gespeichert). Deaktiviert: Kommuniziert mit GENNECT Cross. Aktiviert: Überträgt Messwerte an Anwendungen, wie z. B. eine Tabelle.
Umschalten von Einstellungen	Siehe „7.2 Direktdateneingabefunktion von Z3210 zu Excel (Excel-Direktdateneingabefunktion, HID-Funktion)“ (S.87)

10.4 Schnittstelle

(1) Anzeige

LCD (einfarbig)	Die weiße Hintergrundbeleuchtung wird ein- und ausgeschaltet, indem die [AUTO] -Taste gedrückt gehalten wird. Siehe „1.4 Bildschirmlayout“ (S.23).
-----------------	--

(2) Tasten

COMP, PANEL, TC/ Δ T, AVG, +, -, ◀, ▶, ESC, ENTER, MEMORY, READ, MODE, 0ADJ, AUTO, ▼, ▲(Bereich), Ⓢ (Leistung)

(3) USB

Anschluss	Buchse Serie Mini-B
Elektrische Spezifikationen	USB 2.0 (Full Speed)
Klasse	USB-Massenspeicherklasse (schreibgeschützt)

(4) Ausgang der L2105 Befestigung des LED-Komparators

Ausgang	Ausgabe des Komparatorergebnisses (zwei Stufen: Hi und Lo/ IN)	
Ausgangsanschluss	3-poliger Kopfhöreranschluss (ϕ 2,5 mm)	
Ausgangsspannung	5 V DC \pm 0,2 V	20 mA

Kalibrierung

WICHTIG

Damit das Instrument zutreffende Messwerte im spezifizierten Genauigkeitsbereich ausgibt, muss es regelmäßig kalibriert werden.

Die Kalibrierungshäufigkeit hängt vom Zustand des Instruments sowie der Betriebsumgebung ab. Wir empfehlen, die Kalibrierungshäufigkeit auf den Zustand des Instruments sowie der Betriebsumgebung abzustimmen und eine regelmäßige Kalibrierung zu verlangen.

Reinigung

Um das Instrument oder Optionen zu reinigen, vorsichtig mit einem weichen Tuch und Wasser oder einem milden Reinigungsmittel abwischen.
Anzeige vorsichtig mit einem weichen trockenen Tuch abwischen.

WICHTIG

Niemals Lösungsmittel wie Benzol, Alkohol, Aceton, Äther, Keton, Verdünner oder Benzin verwenden, weil diese Verformungen und Verfärbungen des Gehäuses verursachen können.

11.1 Fehlerbeschreibung

Wenn Störungen des Instruments auftreten, lesen Sie die nachstehenden „F&A (häufig gestellte Fragen und Antworten)“ durch, bevor Sie sich an Ihren Hioki Händler oder Großhändler wenden.

F&A (häufig gestellte Fragen und Antworten)

Wenn keines der nachstehend aufgelisteten Probleme Ihrem Fall entspricht, wenden Sie sich an Ihren Hioki Händler oder Großhändler.

Allgemeine Probleme

Nr.	Problem	Prüfpunkt		Mögliche Ursache→Maßnahme	Siehe
1-1	Das Instrument lässt sich nicht einschalten (oder die Anzeige bleibt leer).			Die verbleibende Batterieladung ist nicht ausreichend. → Tauschen Sie die Batterien aus.	(S. 30)
				→ Die Aktualisierung ist möglicherweise fehlgeschlagen. Das Instrument muss repariert werden.	-
1-2	Das Instrument schaltet sich plötzlich aus.	Welcher Batterietyp wird verwendet?	Keine Alkali-Batterien	→ Verwenden Sie Alkaline-Batterien oder Nickel-Metallhydrid-Batterien.	-
		Was wird angezeigt?	Die angezeigte verbleibende Batterieladung ist niedrig.	Die verbleibende Batterieladung ist nicht ausreichend. → Tauschen Sie die Batterien aus.	(S. 30)
			APS leuchtet.	APS (automatische Stromsparfunktion) ist aktiviert. → Das Instrument schaltet sich automatisch aus, wenn es über einen längeren Zeitraum nicht bedient wurde. APS kann auch deaktiviert werden.	(S. 38)
1-3	Die Tasten können nicht bedient werden.	Was wird angezeigt?	Einstellungsbildschirm	Das Instrument wartet auf einen Befehl zum Anwenden oder Abbrechen. → Drücken Sie die ESC- oder ENTER-Taste.	(S. 20)
			USB	Während einer USB-Verbindung können die Tasten nicht bedient werden. → Trennen Sie das USB-Kabel.	(S. 102)
			Die INTERVAL-Anzeige blinkt.	Während der Intervallmessung kann nur die STOP-Taste bedient werden. → Halten Sie die STOP (MEMORY)-Taste gedrückt, um die Intervallmessung zu stoppen.	(S. 95)
			Sonstige	Die Funktionen sind nicht alle miteinander kompatibel. → Siehe die Tabelle zu den Funktionseinschränkungen.	(S. 127)

Nr.	Problem	Prüfpunkt	Mögliche Ursache→Maßnahme	Siehe	
1-4	Die Anzeige des Komparator-Auswertungsergebnisses leuchtet nicht.	Wird ein Messwert angezeigt?	Angezeigt	Die Komparator-Funktion ist auf OFF gestellt. → Schalten Sie die Funktion ein.	(S. 66)
			Nicht angezeigt (oder etwas anderes als eine Zahl oder oF wird angezeigt.)	Wenn kein Messwert angezeigt wird, wird keine Auswertung ausgeführt und die Lampe leuchtet nicht.	
1-5	Die L2105 Befestigung des LED-Komparators leuchtet nicht.	Leuchtet die Anzeige des Komparator-Auswertungsergebnisses auf dem Instrument?	Leuchtet	Die L2105 Befestigung des LED-Komparators ist nicht korrekt angeschlossen. → Schließen Sie sie korrekt an COMP. OUT an.	(S. 72)
				Das Kabel ist unterbrochen. → Tauschen Sie die Befestigung des LED-Komparators aus.	-
			Leuchtet nicht	→ Siehe unter F&A, „Die Anzeige des Komparator-Auswertungsergebnisses leuchtet nicht“.	(S. 127)
1-6	Es ist kein Signalton zu hören.	Wie wurde der Auswertungston eingestellt?	OFF	Die Funktion ist ausgeschaltet. → Schalten Sie die Funktion ein.	(S. 71)

Funktionseinschränkungen (√: Kompatibel, -: nicht kompatibel)

	COMP	TC	ΔT	LENGTH	RANGE-Änderung
COMP		√	-	-	-
TC	√		-	√	√
ΔT	-	-		-	√
LENGTH	-	√	-		√
RANGE-Änderung	-	√	√	√	

Probleme in Verbindung mit dem Computeranschluss

Nr.	Problem	Prüfpunkt		Mögliche Ursache→Maßnahme	Siehe
2-1	RM3548-50 wird nicht auf dem PC angezeigt.	Was wird auf dem Instrument angezeigt?	„USB“ wird nicht angezeigt.	Es wurde keine Verbindung hergestellt. → Stellen Sie sicher, dass die Steckverbinder vollständig eingeführt sind. → Stecken Sie ein anderes USB-Speichergerät in den PC ein und prüfen Sie, ob das Gerät vom PC erkannt wird.	(S. 102)
			Nichts wird angezeigt.	→ Schalten Sie das RM3548-50 ein.	(S. 37)
2-2	Es wurden keine gespeicherten Daten gefunden.			Ein verkehrtes Laufwerk wird eingesehen. → Greifen Sie auf das RM3548-50-Laufwerk zu.	(S. 102)
				Es wurden keine Daten gespeichert. → Trennen Sie das USB-Kabel, stellen Sie sicher, dass Daten auf dem Instrument gespeichert werden. Wenn keine Datendatei gefunden wurde, wurden keine Daten gespeichert. Versuchen Sie erneut, die Daten zu speichern.	(S. 91)
2-3	Ein Dateivorgang kann nicht ausgeführt werden. • Ein Dateiname kann nicht geändert werden. • Dateiinhalte können nicht bearbeitet werden. • In eine Datei kann nicht geschrieben werden. • Daten können nicht gelöscht werden. • Daten können nicht ausgeschnitten werden.			Bei den gespeicherten Daten handelt es sich um schreibgeschützte Daten. → Kopieren Sie die Datei auf den PC und bearbeiten Sie sie dann auf dem PC. → Trennen Sie das USB-Kabel und löschen Sie die auf dem Instrument gespeicherten Daten.	(S. 102)

Probleme in Verbindung mit Messungen

Nr.	Problem	Prüfpunkt	Mögliche Ursache→Maßnahme	Siehe
3-1	Der Messwert stabilisiert sich nicht.	Wird er von Störsignalen beeinflusst?	Möglicherweise wird er von Störsignalen beeinflusst. → Siehe Anhang 8(1). (S. Anhang17)	
		Um welchen Typ handelt es sich bei der Messleitung?	Messleitung mit Klemmen → Siehe Anhang 8(2). (S. Anhang20)	
			Zweipolige Konfiguration von der Mitte aus → Siehe Anhang 8(8). (S. Anhang24)	
		Welcher Objekttyp wird gemessen?	Das Objekt ist breit oder dick. → Siehe Anhang 8(3). (S. Anhang21)	
			Die Temperatur des Messobjekts hat sich nicht stabilisiert (da es erst kürzlich hergestellt oder ausgepackt wurde oder in der Hand gehalten wird). → Siehe Anhang 8(4). (S. Anhang23)	
			Die Wärmekapazität ist gering. → Siehe Anhang 8(5). (S. Anhang23)	
			Transformator Die Messung wird gestartet, bevor sich der Messstrom stabilisiert. → Erhöhen Sie die Verzögerung oder schalten Sie die OVC-Funktion aus. (S. 58) (S. 60)	
		Motor, Drosselspule, Magnet Die Messung wird gestartet, bevor sich der Messstrom stabilisiert. → Erhöhen Sie die Verzögerung. (S. 60)		
		Wie wird TC eingestellt?	ON Die Position des Z2002 Temperatursensors ist nicht geeignet. → Positionieren Sie den Z2002 Temperatursensor näher am Messobjekt. → Setzen Sie den Z2002 Temperatursensor keinem Luftstrom aus. (S. 13)	
			OFF Der Widerstand des Messobjekts ändert sich aufgrund von Temperaturschwankungen (beispielsweise eine Änderung der Zimmertemperatur). → Schalten Sie die Temperaturkorrektur (TC)-Funktion ein. (S. 56)	
Wie ist OVC eingestellt?	OFF Die Messung wird durch thermische EMK beeinflusst. → Schalten Sie die OVC-Funktion ein. (S. 58)			

Fehlerbeschreibung

Nr.	Problem	Prüfpunkt		Mögliche Ursache→Maßnahme	Siehe
3-1	Der Messwert stabilisiert sich nicht.	Sonstige		Eine Messleitung ist nicht angeschlossen. → Führen Sie die Messleitung vollständig ein. → Tauschen Sie die Messleitung aus.	(S. 35)
				Eine vom Kunden selbst hergestellte Leitung mit einem äußerst hohen Kontaktwiderstand wird verwendet. → Erhöhen Sie den Kontaktdruck. → Reinigen oder ersetzen Sie die Spitze der Stromzange.	-
				Eine vom Kunden selbst hergestellte Leitung mit einem äußerst hohen Leitungswiderstand wird verwendet. → Verwenden Sie stattdessen einen dickeren oder kürzeren Draht.	-
3-2	Der Messwert unterscheidet sich auffällig vom erwarteten Wert.	Wie ist der Nullabgleich eingestellt?	ON	Der Nullabgleich ist nicht korrekt. → Führen Sie den Nullabgleich erneut aus oder heben Sie den Nullabgleich auf.	(S. 50)
			OFF	<ul style="list-style-type: none"> • Die Messung wird durch einen Leitungswiderstand bei einer zweipoligen Messung beeinflusst. → Führen Sie den Nullabgleich aus. • Die Messung wird durch thermische EMK beeinflusst. → Verwenden Sie die OVC-Funktion. 	(S. 50) (S. 58)
Siehe außerdem F&A, „Nr. 3-1 Der Messwert stabilisiert sich nicht.“ (S. 129).					
3-3	Der Messwert wird nicht angezeigt. (Für Informationen zu angezeigten Messfehlern siehe außerdem S. 46.)	Was wird angezeigt?	-----	Eine Messleitung weist einen beschädigten Draht auf. → Tauschen Sie die Messleitung aus.	(S. 35)
				Eine vom Kunden selbst hergestellte Leitung mit einem äußerst hohen Kontaktwiderstand wird verwendet. → Erhöhen Sie den Kontaktdruck. → Reinigen oder ersetzen Sie die Spitze der Stromzange.	-
				Eine vom Kunden selbst hergestellte Leitung mit einem äußerst hohen Leitungswiderstand wird verwendet. → Verwenden Sie stattdessen einen dickeren oder kürzeren Draht.	-
			oF	Der Messbereich ist niedrig. → Wählen Sie einen höheren Widerstandsbereich oder den Auto-Bereich.	(S. 42)
			Nichts wird angezeigt.	Für das Instrument wurde im Auto-Bereichsmodus kein festgelegter Bereich eingestellt. → Siehe unter F&A, „Nr. 3-4 Für das Instrument wurde im Auto-Bereichsmodus kein festgelegter Bereich eingestellt.“	(S. 131)
Auch bei kurzgeschlossenen Messleitungen wird nichts angezeigt.	Die Sicherung ist möglicherweise durchgebrannt. → Schalten Sie das Instrument wieder ein und führen Sie einen Selbsttest aus, um sicherzustellen, dass die Sicherung nicht durchgebrannt ist.	(S. 37)			

Nr.	Problem	Prüfpunkt		Mögliche Ursache→Maßnahme	Siehe
3-4	Für das Instrument wurde im Auto-Bereichsmodus kein festgelegter Bereich eingestellt.	Welcher Objekttyp wird gemessen?	Transformator, Motor	Die Messung wird gestartet, bevor sich der Messstrom stabilisiert. → Stellen Sie einen festgelegten Bereich für das Instrument ein. → Erhöhen Sie die Verzögerung. → Schalten Sie die OVC-Funktion aus.	(S. 42) (S. 58) (S. 60)
		Wird er von Störsignalen beeinflusst?		Möglicherweise wird er von Störsignalen beeinflusst.	→ Siehe Anhang 8(1). (S. Anhang17)
3-5	Der Nullabgleich kann nicht ausgeführt werden.	Wie lautet der Messwert vor dem Nullabgleich?	Der Messwert hat $\pm 3\%$ der vollen Skalenlänge des Bereichs überschritten oder ein Messfehler ist aufgetreten.	Es liegt ein Anschlussproblem vor. → Stellen Sie sicher, dass die Leitungen korrekt angeschlossen sind und führen Sie den Nullabgleich daraufhin erneut aus. Wenn ein vom Kunden hergestelltes Kabel mit einem hohen Widerstand verwendet wird, ist ein erfolgreicher Nullabgleich nicht möglich. Reduzieren Sie in diesem Fall den Leitungswiderstand.	(S. 50)
3-6	Auto-Halten funktioniert nicht (oder der Haltezustand wird nicht aufgehoben)	Wie verhält sich der Messwert?	Er stabilisiert sich nicht.	Siehe F&A, „Nr. 3-1 Der Messwert stabilisiert sich nicht.“	(S. 129)
			Keine Änderung tritt ein.	Der ausgewählte Bereich ist nicht geeignet. → Wählen Sie einen geeigneten Bereich oder den Auto-Bereichsmodus aus.	(S. 42)
3-7	Die Messung kann nicht in einem niedrigeren Widerstandsbereich ausgeführt werden			Die verbleibende Batterieladung war niedrig. → In einem niedrigeren Widerstandsbereich fließt ein maximaler Strom von 1 A, was den Stromverbrauch erhöht. Möglicherweise wird sogar bevor die Batterieladungsanzeige zu blinken beginnt ( oder  wird angezeigt) kein Strom zugeführt. Tauschen Sie die Batterien aus.	-

Fehlermeldung und Maßnahmen

Wenn es zu einem Problem mit dem Instrument oder dem Messstatus kommt, wird eine der nachstehend aufgelisteten Meldungen angezeigt. Wenn eine Reparatur erforderlich ist, wenden Sie sich an Ihren autorisierten Hioki Händler oder Großhändler.

- Wenn Störungen des Instruments auftreten, lesen Sie „F&A (häufig gestellte Fragen und Antworten)“ (S. 126), bevor Sie sich an Ihren Hioki Händler oder Großhändler wenden.
- Wenn auf der LCD-Anzeige ein Fehler angezeigt wird und eine Reparatur erforderlich ist, wenden Sie sich an Ihren Hioki Händler oder Großhändler.

Anzeige	Bedeutung	Maßnahme
FAiL	Ausführungsfehler	Die erforderliche Maßnahme hängt davon ab, was ausgeführt wird. (Beispiel) Außerhalb des Nullabgleichsbereichs, wenn dieser Fehler während der Ausführung des Nullabgleichs angezeigt wird.
Err08	Z3210-Kommunikationsfehler (Schlechte Verbindung, Fehlfunktion des Z3210 oder der Hardware)	<ul style="list-style-type: none"> • Schließen Sie den Z3210 wieder an. • Z3210 gegen ein anderes Teil austauschen. Wenn das Gerät nach dem Austausch nicht kommunizieren kann, ist das Instrument defekt. Wenden Sie sich an Ihren autorisierten Hioki Händler oder Großhändler.
Err90	Programm-ROM-Prüfsummenfehler	Die Aktualisierung des Instruments mit GENNECT Cross ist möglicherweise fehlgeschlagen. Versuchen Sie die Aktualisierung erneut. Wenn das Problem weiterhin besteht, zur Reparatur ein.
Err91	CPU-RAM-Fehler	Es kam zu einer Störung des Instruments. Zur Reparatur einsenden.
Err92	SRAM-Lese-/Schreibetestfehler	Es kam zu einer Störung des Instruments. Zur Reparatur einsenden.
Err93	FRAM-Lese-/Schreibetestfehler	Es kam zu einer Störung des Instruments. Zur Reparatur einsenden.
Err95	Anpassungsdatenfehler	Es kam zu einer Störung des Instruments. Zur Reparatur einsenden.

Anzeige	Bedeutung	Maßnahme
Err96	Konfigurationssicherungsfehler	Führen Sie einen System-Reset aus. (S. 108) Wenn der Fehler nicht behoben wurde, liegt eine Störung des Instruments vor. Zur Reparatur einsenden.
Err99	Die Uhr wurde nicht eingestellt. Wenn die [ENTER] -Taste gedrückt wird, wird die Uhr auf 24-01-01 00:00:00 initialisiert.	Die Ersatzbatterie sollte ausgetauscht werden. Wenden Sie sich an Ihren autorisierten Hioki Händler oder Großhändler.
FUSE	Eine Sicherung ist durchgebrannt.	Sicherung austauschen.
PrtCt	Die Schutzfunktion läuft.	Wenn versehentlich eine Überspannung angelegt wurde, entfernen Sie die Messleitungen unverzüglich vom Messobjekt. Es kann keine Messung ausgeführt werden, während die Schutzfunktion aktiviert ist. Verbinden Sie zum Deaktivieren der Schutzfunktion Messleitung A (rot) und B (schwarz) oder schalten Sie die Stromversorgung aus und wieder ein.
t.Err	Wenn TC oder ΔT eingeschaltet ist, ist der Z2002 Temperatursensor nicht angeschlossen oder oF wird für die Temperatur angezeigt.	Prüfen Sie den Anschluss des Z2002 Temperatursensors.

11.2 Reparatur und Inspektion

Austauschteile und Lebensdauer

- Die Lebensdauer des Instruments hängt von der Einsatzumgebung und -häufigkeit ab.
Wir weisen darauf hin, dass nach dem folgenden Zeitraum die Betriebsbereitschaft nicht mehr garantiert wird. Zum Austauschen dieses Teils wenden Sie sich an einen autorisierten Hioki Händler oder Großhändler.
- Siehe „Vorsichtsmaßnahmen beim Transport“ (S. 8), wenn Sie das Instrument transportieren möchten.

Teil	Lebensdauer
Elektrolytkondensator	Ca. 10 Jahre
Lithiumbatterie	Ca. 10 Jahre Das Instrument enthält zur Uhrzeitsicherung eine Lithiumbatterie. Wenn das angezeigte Datum oder die angezeigte Uhrzeit nach dem Einschalten des Instruments stark von der tatsächlichen Uhrzeit abweicht, sollte die Batterie ausgetauscht werden. Wenden Sie sich an Ihren autorisierten Hioki Händler oder Großhändler.

11.3 Austauschen der Sicherungen

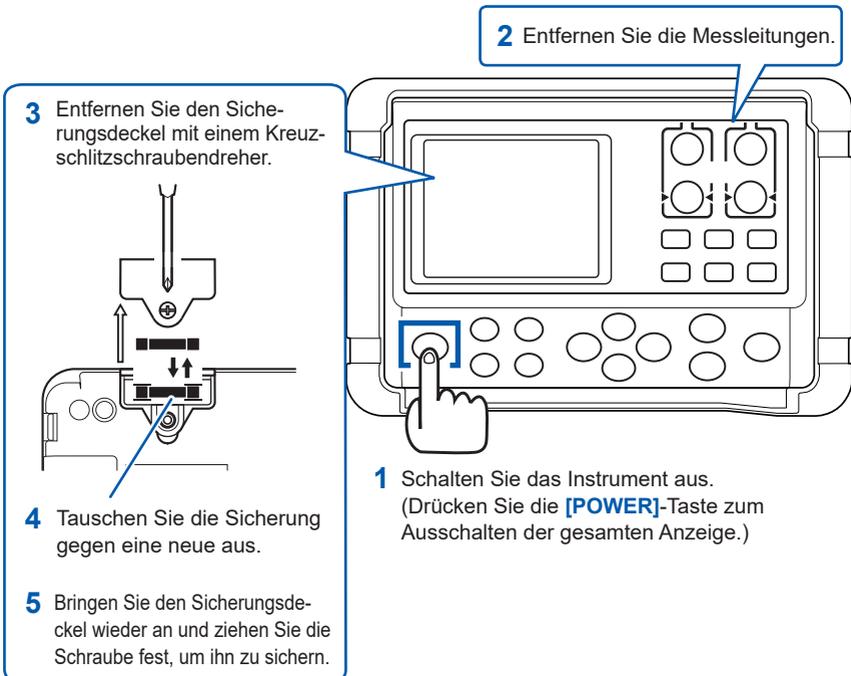
Wenn die Sicherung für den Schutz des Messstromkreises durchgebrannt ist, wenden Sie die folgende Vorgehensweise zum Austauschen der Sicherung an.

! WARNUNG

Schalten Sie vor dem Austauschen der Sicherung das Instrument aus und entfernen Sie die Leitungen.

Tauschen Sie die Sicherung nur gegen eine Sicherung mit Typ, Eigenschaften, Nennstrom und Nennspannung gemäß Spezifikation aus. Verwenden Sie keine von den Spezifikationen abweichenden Sicherungen (insbesondere keine Sicherung mit höherem Nennstrom) und stellen Sie keinen Kurzschluss am Sicherungshalter her. Ein Zuwiderhandeln kann Schäden am Instrument und Verletzungsgefahr verursachen.

Angegebene Sicherung: F2AH/250 V (Flink mit selbstlöschendem Material) $\phi 5 \times 20$ mm



11.4 Entsorgen des Instruments

- Das Instrument enthält zur Sicherung eine Lithiumbatterie. Die Lebensdauer der Ersatzbatterie beträgt ca. 10 Jahre. Wenn das angezeigte Datum oder die angezeigte Uhrzeit nach dem Einschalten des Instruments stark von der tatsächlichen Uhrzeit abweicht, sollte die Batterie ausgetauscht werden. Wenden Sie sich an Ihren autorisierten Hioki Händler oder Großhändler.
- Entfernen Sie vor dem Entsorgen des Instruments die Lithium-Batterie und beachten Sie die örtlichen Bestimmungen zu ihrer Entsorgung.

Entfernen der Lithiumbatterie

WARNUNG

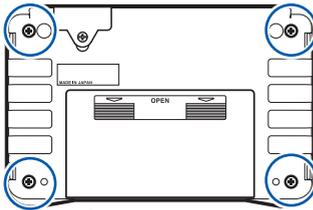


Um Stromschläge zu vermeiden, entfernen Sie alle Alkali-Batterien und Messleitungen, bevor Sie die Lithium-Batterie entfernen.

FÜR BENUTZER IN KALIFORNIEN, USA

Dieses Instrument enthält eine Lithium-Knopfzelle des Typs CR, die Perchlorate enthält. Es gelten spezielle Anweisungen für die Handhabung. Siehe <https://dtsc.ca.gov/perchlorate/>

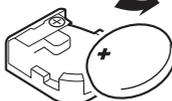
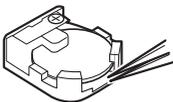
- 1 Schalten Sie das Instrument aus. (Drücken Sie die **[POWER]**-Taste zum Ausschalten der gesamten Anzeige.)
- 2 Entfernen Sie die Z5041 Schutzvorrichtung.
- 3 Entfernen Sie die Messleitungen.
- 4 Entfernen Sie die Rückabdeckung durch Entfernen ihrer Befestigungsschrauben (4 Stk.) mit einem Kreuzschlitzschraubendreher.



- 5 Ziehen Sie das aus der Batteriehalterung heraushängende Kabel heraus.

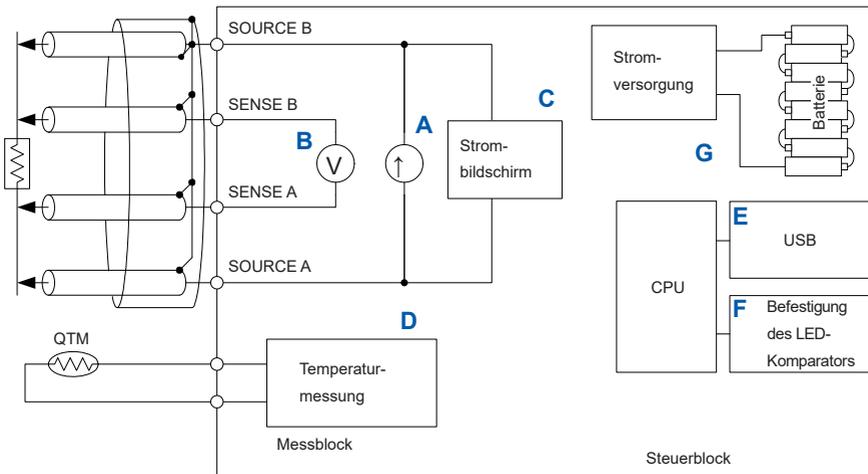
- 6 Entfernen Sie die obere Platte.

- 7 Nehmen Sie die Lithium-Batterie unter Verwendung einer Pinzette oder eines ähnlichen Werkzeugs aus der unteren Platte.



Anhang

Anhang 1 Blockschaltbild



- Legen Sie vom SOURCE B- zum SOURCE A-Anschluss durch den Messbereich festgelegten Konstantstrom an und messen Sie die Spannung zwischen dem SENSE B- und SENSE A-Anschluss. Der Widerstandswert ($R=V/I$) wird ermittelt, indem die gemessene Spannung (V) durch den Wert des Konstantstroms (I) geteilt wird. (A, B)
- Der Stromkreis der konstanten Stromquelle und des Voltmeters wurde so entwickelt, dass er nicht leicht durch Kontaktwiderstand beeinflusst werden kann.
- Während einer Messung wird überwacht, ob ein normaler Konstantstromfluss im Messobjekt vorhanden ist. (C)
- Zusätzlich zum Widerstand wird mit einem Thermistor-Temperatursensor (Z2002 Temperatursensor) gleichzeitig die Temperatur gemessen. Die gemessene Temperatur kann zum Korrigieren des Widerstandswerts verwendet werden. (D)
- Mit einem USB-Anschluss fungiert das Instrument als Massenspeichergerät. Daten können problemlos auf einen PC exportiert werden. (E)
- Die optionale L2105 Befestigung des LED-Komparators kann zum Auswerten eines Messergebnisses verwendet werden, ohne dass die Anzeige betrachtet werden muss.
- Das Instrument wird mit acht LR6-Alkali-Batterien oder HR6-Nickel-Metallhydrid-Batterien betrieben. Es ist kompakt, kann jedoch einen hohen Strom von 1 A für Messungen mit einer Auflösung von $0,1 \mu\Omega$ verwenden. (A, G)

Anhang 2 Vierpolige (Spannungsabfall) Methode

Die Genauigkeit von Messungen niedriger Widerstände wird stark vom Widerstand von Drähten zwischen einem Messinstrument und Stromzangen und durch den Kontaktwiderstand zwischen den Stromzangen und einem Messobjekt beeinflusst. Der Leitungswiderstand variiert je nach Dicke und Länge des Drahts stark. Das für die Widerstandsmessung verwendete Kabel weist beispielsweise ca. 90 mΩ/m bei AWG24 (0,2 mm²) oder ca. 24 mΩ/m bei AWG18 (0,75 mm²) auf.

Der Kontaktwiderstand hängt von dem Abnutzungsgrad und dem Kontaktdruck der Messfühler sowie dem Messstrom ab. Selbst bei einem guten Kontakt beträgt der Widerstand einige mΩ. Der Widerstand erreicht nicht selten einige Ω.

Die vierpolige Methode ist wichtig für die Messung von sehr niedrigen Widerstandswerten.

Bei zweipoligen Messungen (Abb. 1) ist der Widerstand der Messleitungen im gemessenen Widerstand enthalten, wodurch Messfehler entstehen.

Zu den vierpoligen Messungen (Abb. 2) gehören die Stromquellenanschlüsse (SOURCE A und SOURCE B) zur Versorgung mit Konstantstrom und die Spannungserkennungsanschlüsse (SENSE A und SENSE B) zur Erkennung eines Spannungsabfalls.

Aufgrund der hohen Eingangsimpedanz des Voltmeters ist für Messungen praktisch kein Stromfluss durch die Leitungen, die die Spannungserkennungsanschlüsse mit dem Messobjekt verbinden, nötig, sodass Auswirkungen von Leitungs- und Kontaktwiderstand auf die Messung praktisch ausgeschlossen sind.

Zweipolige Messmethode

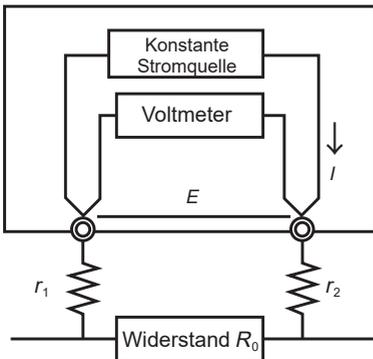


Abb. 1

Der Messstrom I fließt durch den Widerstand R_0 des Messobjekts sowie durch die Leitungswiderstände r_1 und r_2 . Die zu messende Spannung wird mit $E=I(r_1+R_0+r_2)$ ermittelt, worin die Leitungswiderstände r_1 und r_2 enthalten sind.

Vierpolige Messmethode

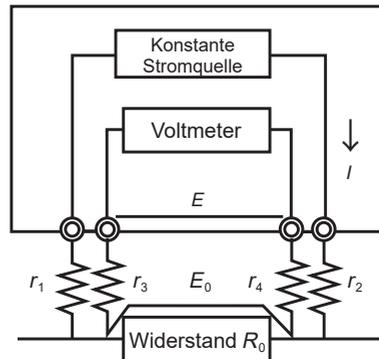


Abb. 2

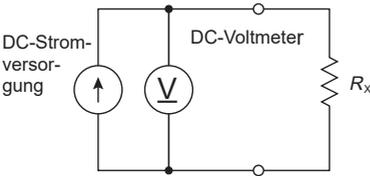
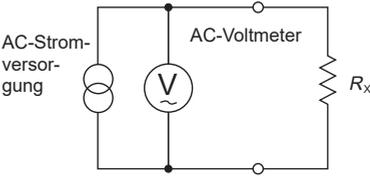
Der Strom I fließt von r_2 durch den Widerstand R_0 des Messobjekts zu r_1 . Durch die hohe Eingangsimpedanz des Voltmeters ist lediglich ein geringer Stromfluss durch r_3 und r_4 möglich. Daher beträgt der Spannungsabfall an r_3 und r_4 praktisch Null und die Spannung E an den Messanschlüssen und Spannung E_0 am Widerstand R_0 des Messobjekts sind im Wesentlichen gleich, wodurch der Widerstand des Messobjekts ohne Einfluss durch r_1 bis r_4 gemessen werden kann.

Anhang 3 DC-Methode und AC-Methode

Es existieren zwei Typen von Widerstandsmessungen (oder Impedanzmessungen): DC und AC.

- DC-Typ
Widerstandsmessgeräte RM3542, RM3543, RM3544, RM3545, RM3545A, RM3548, RM3548-50
Übliche digitale Multimeter
Übliche Isolationstester
- AC-Typ
Akkutestgeräte 3561, BT3562, BT3563, BT3554
Übliche LCR-Meter

DC-Widerstandsmessgeräte werden häufig für die Messung von Universalwiderständen, Wicklungswiderständen, Kontaktwiderständen, Isolationswiderständen etc. verwendet. Der DC-Typ besteht aus einer DC-Stromversorgung und einem DC-Voltmeter. Zwar erleichtert ihr einfacher Stromkreis die Erhöhung der Genauigkeit, jedoch sind sie anfällig für Messfehler durch elektromotorische Kraft, die im Messweg vorhanden sein kann. Der AC-Typ wird verwendet, wenn eine Messung mit Gleichstrom nicht möglich ist, einschließlich Messungen von Induktoren, Kondensatoren und Batterieimpedanz. Ein AC-Widerstandsmessgerät wird im Wesentlichen nicht von elektromotorischer Kraft durch Gleichstrom beeinflusst, da es über eine AC-Stromversorgung und einen AC-Voltmeter verfügt. Es muss jedoch unbedingt beachtet werden, dass ein AC-Widerstandsmessgerät, beispielsweise aufgrund eines in den äquivalenten Serienwiderstand einer Spule eingefügten Eisenverlusts, einen anderen Messwert als ein DC-Widerstandsmessgerät anzeigen kann.

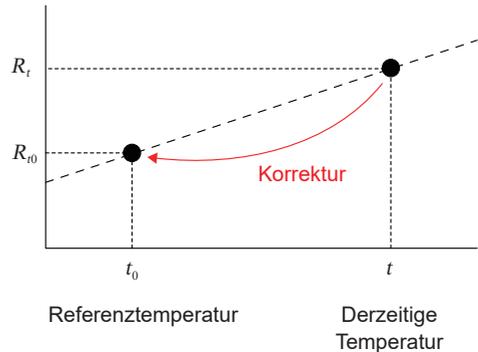
	DC-Widerstandsmessgeräte	AC-Widerstandsmessgerät
Messsignal der Erkennungsspannung	Gleichstrom 	Wechselstrom 
Vorteile	Hochpräzise Messungen möglich	Reaktanzmessungen ohne Einflüsse durch elektromotorische Kraft möglich
Nachteile	Einflüsse durch elektromotorische Kraft, da eine mit Gleichstrom vorgespannte Messung nicht möglich ist. (Jedoch kann die OVC-Funktion zum Kompensieren thermischer EMK verwendet werden.)	Erhöhen der Genauigkeit ist schwierig
Anwendungen	Gleichstrom-Widerstand von Wicklungen wie Transformatoren und Motoren, Kontaktwiderstand, Isolationswiderstand und Leiterbahn-Widerstand	Elektrochemische Messung von Batterieimpedanz, Induktoren und Kondensatoren
Messbereich	10^{-8} bis 10^{16}	10^{-3} bis 10^8
Messinstrumente von Hioki	Widerstandsmessgeräte: RM3542 bis RM3548-50 DMM: 3237 bis 3238 Isolationstester: Serie IR4000, Serie DSM	Akkutestgeräte: 3561, BT3562, BT3563, BT3554 LCR-Meter: IM3570, IM3533, IM3523 etc.

Anhang 4 Temperaturkorrekturfunktion (TC)

Die Temperaturkorrektur wandelt den Wert eines Widerstands, der wie zum Beispiel bei Kupferdraht von der Temperatur abhängt, in einen Widerstandswert bei einer bestimmten Temperatur um und zeigt ihn an.

Die nachfolgenden Widerstände R_t und R_{t_0} sind die Widerstandswerte des Messobjekts (mit einem Widerstands-Temperaturkoeffizienten bei t_0 °C von α_{t_0}) bei t °C und t_0 °C.

$R_t = R_{t_0} \times \{1 + \alpha_{t_0} \times (t - t_0)\}$	
R_t	Tatsächlich gemessener Widerstand [Ω]
R_{t_0}	Korrigierter Widerstand [Ω]
t_0	Referenztemperatur [°C]
t	Derzeitige Umgebungstemperatur [°C]
α_{t_0}	Temperaturkoeffizient bei t_0 [1/°C]



Beispiel

Wenn ein Messobjekt aus Kupfer (mit einem Widerstands-Temperaturkoeffizienten bei 20 °C von 3930 ppm) 100 Ω bei 30 °C misst, wird sein Widerstand bei 20 °C wie folgt berechnet:

$$\begin{aligned}
 R_{t_0} &= \frac{R_t}{1 + \alpha_{t_0} \times (t - t_0)} \\
 &= \frac{100}{1 + (3930 \times 10^{-6}) \times (30 - 20)} \\
 &= 96.22
 \end{aligned}$$

Siehe „4.3 Kompensieren von thermischen Auswirkungen (Temperaturkorrektur (TC))“ (S. 56) für Temperaturkorrektureinstellungen und Ausführungsmethode.

WICHTIG

- Der Temperaturmessfühler erkennt nur Umgebungstemperaturen und keine Oberflächentemperaturen.
- Positionieren Sie den Temperatursensor vor der Messung so nah wie möglich am Messobjekt und geben Sie ihnen ausreichend Zeit, um sich auf die Umgebungstemperatur zu stabilisieren.

Referenz

Leitende Eigenschaften von Metallen und Legierungen

Material	Inhalt [%]	Dichte ($\times 10^3$) [kg/m ³]	Leitfähigkeit	Temp. Koeff. (20 °C) [ppm]
Geglühter Kupferdraht	Cu > 99,9	8,89	1,00 bis 1,02	3810 bis 3970
Hartgezogener Kupferdraht	Cu > 99,9	8,89	0,96 bis 0,98	3770 bis 3850
Cadmium-Kupferdraht	Cd 0,7 bis 1,2	8,94	0,85 bis 0,88	3340 bis 460
Silber-Kupfer	Ag 0,03 bis 0,1	8,89	0,96 bis 0,98	3930
Chrom-Kupfer	Cr 0,4 bis 0,8	8,89	0,40 bis 0,50 0,80 bis 0,85	2000 3000
Carlson-Legierungsdraht	Ni 2,5 bis 4,0 Si 0,5 bis 1,0		0,25 bis 0,45	980 bis 1770
Geglühter Aluminiumdraht	Al > 99,5	2,7	0,63 bis 0,64	4200
Hartgezogener Aluminiumdraht	Al > 99,5	2,7	0,60 bis 0,62	4000
Aldrey-Draht	Si 0,4 bis 0,6 Mg 0,4 bis 0,5 Al verbleibender Teil		0,50 bis 0,55	3600

Leitfähigkeit von Kupferdraht

Durchmesser [mm]	Geglühter Kupferdraht	Verzinnter, geglähter Kupferdraht	Hartgezogener Kupferdraht
0,01 bis unter 0,26	0,98	0,93	-
0,26 bis unter 0,29	0,98	0,94	-
0,29 bis unter 0,50	0,993	0,94	-
0,50 bis unter 2,00	1,00	0,96	0,96
2,00 bis unter 8,00	1,00	0,97	0,97

Der Temperaturkoeffizient verändert sich entsprechend der Temperatur und Leitfähigkeit. Wenn der Temperaturkoeffizient bei 20 °C α_{20} und der Temperaturkoeffizient für die Leitfähigkeit C bei t °C α_{Ct} beträgt, wird α_{Ct} wie folgt neben der Umgebungstemperatur bestimmt.

$$\alpha_{Ct} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{20} \times C} + (t - 20)}$$

Zum Beispiel beträgt der Temperaturkoeffizient von geglähtem Kupfer von internationalem Standard 3930 ppm/°C bei 20 °C. Für verzinnten, geglähten Kupferdraht (mit einem Durchmesser von 0,10 bis weniger als 0,26 mm) wird der Temperaturkoeffizient α_{20} bei 20 °C wie folgt berechnet:

$$\alpha_{20} = \frac{1}{\frac{1}{0,00393 \times 0,93} + (20 - 20)} = 3650 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$$

Anhang 5 Temperaturumwandlungs (ΔT) Funktion

Die Temperaturumwandlungsfunktion nutzt die Temperaturabhängigkeit von Widerstand und wandelt Widerstandsmessungen für die Anzeige als Temperaturen um. Diese Temperaturumwandlungsmethode wird hier beschrieben.

Gemäß IEC 60034 kann das Widerstandsgesetz zum Bestimmen der Temperaturerhöhung wie folgt angewendet werden:

$$\Delta t = \frac{R_2}{R_1} (k + t_1) - (k + t_2)$$

Δt	Temperaturerhöhung [$^{\circ}\text{C}$]
t_1	Temp. der Wicklung [$^{\circ}\text{C}$] (kühler Zustand) beim Messen des ursprünglichen Widerstands R_1
t_2	Temp. des Kühlmittels [$^{\circ}\text{C}$] am Ende des Temperaturerhöhungstests
R_1	Wicklungswiderstand [Ω] bei Temp. t_1 (kühler Zustand)
R_2	Wicklungswiderstand [Ω] am Ende des Temperaturerhöhungstests
k	Kehrwert [$^{\circ}\text{C}$] des Temp.-Koeffizienten von Leitermaterial bei 0°C

Beispiel

Mit einem Widerstand R_1 von $200\text{ m}\Omega$ bei einer ursprünglichen Temperatur t_1 von 20°C und einem gemessenen Widerstand R_2 von $210\text{ m}\Omega$ bei einer derzeitigen Umgebungstemperatur t_2 von 25°C wird der Temperaturerhöhungswert wie folgt berechnet:

$$\begin{aligned} \Delta t &= \frac{R_2}{R_1} (k + t_1) - (k + t_2) \\ &= \frac{210 \times 10^{-3}}{200 \times 10^{-3}} (235 + 20) - (235 + 25) \\ &= 7.75^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Daher kann die derzeitige Temperatur t_R des Widerstandskörpers wie folgt berechnet werden:

$$t_R = t_2 + \Delta t = 25 + 7.75 = 32.75$$

Bei einem Messobjekt aus einem anderen Stoff als Kupfer oder Aluminium mit einem Temperaturkoeffizienten von α_{t_0} kann die Konstante k unter Verwendung der gezeigten Formel, die für die Temperaturkorrekturfunktion verwendet wird, und der oben stehenden Formel wie folgt berechnet werden:

$$k = \frac{1}{\alpha_{t_0}} - t_0$$

Beispielsweise beträgt der Temperaturkoeffizient von Kupfer bei 20°C $3930\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$, weshalb die Konstante k in diesem Fall folgenden Wert hat, der fast identisch mit der durch die IEC-Norm festgelegte Konstante für Kupfer 235 ist.

$$k = \frac{1}{3930 \times 10^{-6}} - 20 = 234.5$$

Anhang 6 Auswirkungen von thermischer elektromotorischer Kraft (Thermische EMK)

Thermische elektromotorische Kraft (thermische EMK) bezeichnet die Potentialdifferenz, die an der Verbindungsstelle von zwei unterschiedlichen Metallen, einschließlich zwischen den Spitzen der Messfühler und dem Leitungswiderstand des Messobjekts, auftritt. Wenn der Unterschied zu groß ist, kann er zu fehlerhaften Messungen führen. (Abb. 1)

Die Amplitude der thermischen EMK hängt von der Temperatur der Messumgebung ab, wobei diese Kraft im Allgemeinen umso größer wird, je höher die Temperatur steigt.

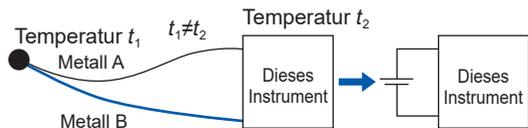


Abb. 1 Erzeugung von thermischer EMK

Beispiele für die Erhöhung thermischer EMK

- Das Messobjekt ist eine Sicherung, ThermoSicherung, ein Thermistor, Bimetall oder Thermostat.
- Die Spannungserkennungsleitungen verwenden ein einzelnes stabiles Relais als Kontakt.
- Als Spannungserkennungsanschluss wird eine Krokoklemme verwendet.
- Ein Spannungserkennungsanschluss wird in der Hand gehalten.
- Zwischen dem Messobjekt und dem Instrument existiert ein großer Temperaturunterschied.
- Die Drahtmaterialien zwischen den Seiten der Anschlüsse A und B sind unterschiedlich

Bei einer Widerstandsmessung wird ein Messstrom I_M am Messobjekt R_x angelegt, um den Spannungsabfall $R_x I_M$ am Objekt zu erkennen. Bei Messungen niedriger Widerstände ist die zu erkennende Spannung $R_x I_M$ naturgemäß durch den niedrigen Wert R_x niedriger. Wenn die erkannte Spannung niedrig ist, wird die Messung von thermischer EMK, die zwischen dem Messobjekt und den Messführern sowie zwischen den Kabeln und dem Instrument erzeugt wird, und von der Nullspannung des Voltmeters V_{EMK} beeinflusst. (Abb. 2)

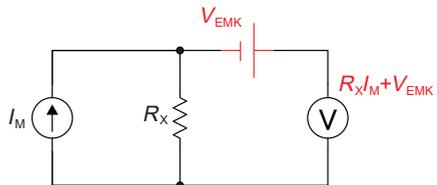


Abb. 2 Erzeugung von thermischer EMK

Wird ein Messobjekt in der Hand gehalten, erwärmt es sich. Auch eine Stromzange erwärmt sich, wenn sie in der Hand gehalten wird. Aus diesem Grund ist es trotz aller Sorgfalt schwierig sicherzustellen, dass die thermische EMK $1 \mu V$ nicht überschreitet.

Wenn beispielsweise ein Messobjekt mit einem tatsächlichen Widerstand von $1\text{ m}\Omega$ mit einem Messstrom von 100 mA in einer Umgebung mit einer thermischen EMK von $10\text{ }\mu\text{V}$ gemessen wird, zeigt das Instrument den folgenden Messwert an. Dieser ist 10% höher als der tatsächliche Widerstand und stellt einen erheblichen Fehler dar.

$$\frac{1\text{m}\Omega \times 100\text{mA} + 10\text{ }\mu\text{V}}{100\text{mA}} = 1.1\text{m}\Omega$$

Die Nullspannung des Voltmeters ist außerdem sehr hoch und reicht von $1\text{ }\mu\text{V}$ bis 10 mV . Dadurch entsteht ein erheblicher Messfehler bei der Messung niedriger Widerstände.

Zur Reduzierung der Auswirkungen thermischer EMK können die folgenden Maßnahmen ergriffen werden:

1. Erhöhung der Erkennungsspannung durch Erhöhen des Messstroms
2. Verwendung des Nullabgleichs zum Aufheben der thermischen EMK
3. Ändern des Erkennungssignals auf AC

1 Erhöhung der Erkennungsspannung durch Erhöhen des Messstroms

Angenommen, im oben genannten Beispiel für thermische EMK wird der Messstrom von 100 mA auf 1 A erhöht. Der Fehler wird auf 1% reduziert.

$$\frac{1\text{m}\Omega \times 1\text{A} + 10\text{ }\mu\text{V}}{1\text{A}} = 1.01\text{m}\Omega$$

Es muss jedoch unbedingt beachtet werden, dass die Leistung $R I^2$ angewendet wird.

2 Verwendung des Nullabgleichs zum Aufheben der thermischen EMK

Wenn Strom daran gehindert wird, am Messobjekt R_x angelegt zu werden, wird das Voltmeter lediglich mit der thermischen EMK V_{EMK} versorgt. Wenn jedoch die SOURCE-Anschlüsse geöffnet werden, wird ein Stromfehler erkannt und ein Messwert nicht angezeigt.

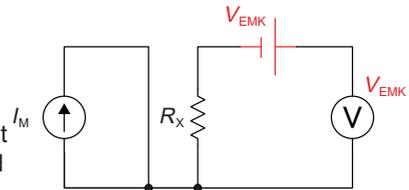


Abb. 3 Verwendung des Nullabgleichs zum Blockieren eines Stromflusses zu R_x

Daher kann die thermische EMK durch Kurzschließen der SOURCE-Leitungen zum Blockieren des Stromflusses zu R_x und Ausführen des Nullabgleichs aufgehoben werden. (Abb. 3)

„3.3 Ablesen des Messwerts“ (S. 45)

„Anhang 7 Nullabgleich“ (S. Anhang11)

3 Ändern des Erkennungssignals auf AC

Eine grundlegende Lösung ist das Ändern des Erkennungssignals auf AC. Sowohl die Nullspannung durch thermische EMK als auch die Nullspannung des Voltmeters können als stabile Gleichspannungen behandelt werden, da sie für einen kurzen Zeitraum in Sekunden betrachtet werden. Dadurch kann durch Ändern des Erkennungssignals auf AC der Frequenzbereich getrennt werden. Die Nullspannungskompensations- (OVC-) Funktion verwendet eine Impulsschwingung als Messstrom, um thermische EMK zu beseitigen (Abb. 4). Im Speziellen wird ein nicht durch thermische EMK beeinflusster Widerstandswert durch Subtrahieren der Spannung, die beim Stoppen des Stroms erkannt wurde, von jener, die beim Anlegen des Messstroms erkannt wurde, erhalten.

$$\frac{(R_X I_M + V_{EMF}) - (R_X I_0 + V_{EMF})}{I_M} = R_X \quad (I_0 = 0: \text{Strom gestoppt})$$

Bei einem induktiven Messobjekt muss die Verzögerung (DELAY) zwischen dem Anlegen von Strom und der Messung eingestellt werden. (S. 60) Stellen Sie die Verzögerung so ein, dass die Induktivität das Messergebnis nicht beeinflusst. Beginnen Sie mit einer längeren Verzögerungszeit und senken Sie die Zeit stufenweise unter Beobachtung des Messwerts.

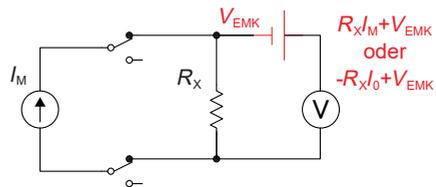


Abb. 4 Aufhebung von EMK durch Stromumkehrung

Anhang 7 Nullabgleich

Der Nullabgleich stellt den Nullpunkt ein, indem der während der 0- Ω -Messung erhaltene Restwert abgezogen wird. Deshalb muss zur Ausführung des Nullabgleichs eine Verbindung mit 0 Ω bestehen. Das Verbinden einer Probe ohne Widerstand ist jedoch schwierig und daher nicht geeignet. Stellen Sie daher beim Nullabgleich eine Pseudoverbindung mit 0 Ω her und stellen Sie dann den Nullpunkt ein.

So erzeugen Sie einen 0- Ω -Verbindungsstatus

Wenn eine ideale 0- Ω -Verbindung hergestellt wird, wird die Spannung zwischen SENSE A und SENSE B nach dem Ohm'schen Gesetz $E = I \times R$ zu 0 V. Anders ausgedrückt, erhalten Sie denselben Status wie bei einer 0- Ω -Verbindung, indem Sie die Spannung zwischen SENSE A und SENSE B auf 0 V einstellen.

So führen Sie den Nullabgleich mit dem Instrument aus

Zur Überwachung des Verbindungsstatus zwischen den Messanschlüssen verwendet das Instrument eine Funktion zur Messfehlererkennung.

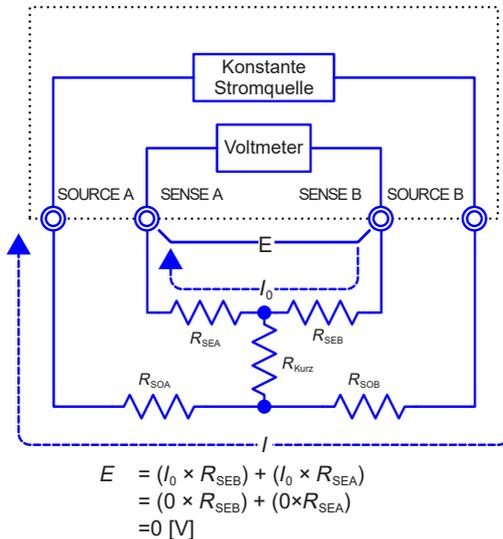
Aus diesem Grund müssen Sie vor dem Ausführen des Nullabgleichs die korrekten Verbindungen zwischen den Anschlüssen herstellen. (Abb. 1)

Schließen Sie zuerst SENSE A und SENSE B miteinander kurz, um die Spannung zwischen ihnen auf 0 V einzustellen. Wenn die Leitungswiderstände R_{SEA} und R_{SEB} des Kabels nur wenige Ω betragen, stellt dies kein Problem dar. Da die SENSE-Anschlüsse Spannungsmessanschlüsse sind, fließt darin nahezu kein Strom I_0 . Deshalb wird in der Formel $E = I_0 \times (R_{SEA} + R_{SEB})$ $I_0 \approx 0$ erreicht; wenn die Leitungswiderstände R_{SEA} und R_{SEB} nur wenige Ω betragen, und die Spannung erreicht zwischen SENSE A und SENSE B fast null.

Stellen Sie als Nächstes eine Verbindung zwischen SOURCE A und SOURCE B her. Dies dient dazu, dass keine Fehler angezeigt werden, wenn kein Messstrom fließt. Die Leitungswiderstände R_{SOA} und R_{SOB} des Kabels dürfen den Widerstand für den fließenden Messstrom nicht übersteigen.

Wenn Sie darüber hinaus auch die Verbindung zwischen SENSE und SOURCE überwachen, müssen Sie auch eine Verbindung zwischen SENSE und SOURCE herstellen. Wenn der Leitungswiderstand R_{KURZ} des Kabels nur wenige Ω beträgt, tritt kein Problem auf.

Wenn Sie die Verkabelung wie oben beschrieben vornehmen, fließt der Messstrom I von SOURCE B zu SOURCE A, aber nicht zur Leitung von SENSE A oder SENSE B. Dadurch kann die Spannung zwischen SENSE A und SENSE B genau auf 0 V gehalten und der Nullabgleich korrekt ausgeführt werden.

Abb. 1 Pseudoverbindung mit 0Ω

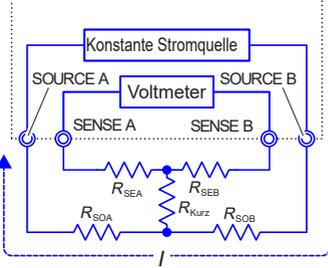
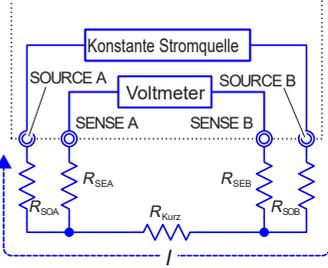
So führen Sie den Nullabgleich korrekt aus

Tabelle 1 zeigt die richtigen und falschen Verbindungen. Die Widerstände in der Abbildung stellen Leitungswiderstände dar. Es tritt kein Problem auf, wenn diese jeweils nicht mehr als wenige Ω betragen.

Zu (a): Wenn Sie SENSE A und SENSE B sowie SOURCE A und SOURCE B verbinden und nur mit einem Pfad eine Verbindung zwischen SENSE und SOURCE herstellen, dann tritt keine Potentialdifferenz zwischen SENSE A und SENSE B auf und 0 V wird ausgegeben. Dadurch kann der Nullabgleich korrekt ausgeführt werden.

Zu (b): Wenn Sie andererseits SENSE A und SOURCE A sowie SENSE B und SOURCE B verbinden und nur mit einem Pfad eine Verbindung zwischen A und B herstellen, dann tritt die Spannung $I \times R_{Kurz}$ zwischen SENSE A und SENSE B auf. Dadurch kann der 0- Ω -Pseudoverbindungsstatus nicht erreicht werden und der Nullabgleich kann nicht korrekt ausgeführt werden.

Tabelle 1: Verbindungsmethoden

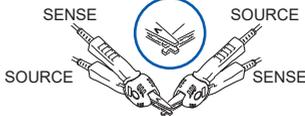
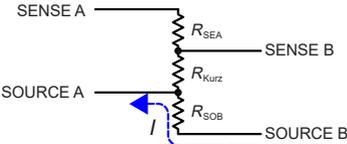
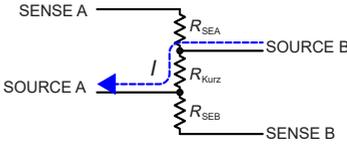
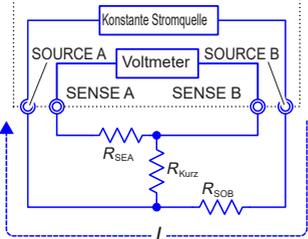
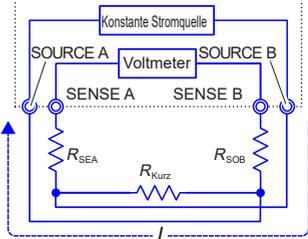
Verbindungsmethoden	 <p>(a) Verwenden Sie jeweils einen Punkt zur Verbindung zwischen SENSE und SOURCE</p>	 <p>(b) Verwenden Sie jeweils einen Punkt zur Verbindung zwischen A und B</p>
Widerstand zwischen SENSE A und SENSE B	$R_{SEA} + R_{SEB}$	$R_{SEA} + R_{Kurz} + R_{SEB}$
Flusspfad des Messstroms I	$R_{SOB} \rightarrow R_{SOA}$	$R_{SOB} \rightarrow R_{Kurz} \rightarrow R_{SOA}$
Zwischen SENSE A und SENSE B auftretende Spannung	0	$I \times R_{Kurz}$
Als Verbindungsmethode für Nullabgleich	Richtig	Falsch

So führen Sie den Nullabgleich mit einer Messleitung aus

Wenn Sie den Nullabgleich mit einer Messleitung ausführen, können Sie unerwarteterweise die in Tabelle 1 (b) dargestellte Verbindung herstellen. Daher müssen Sie bei der Ausführung des Nullabgleichs auf den Verbindungsstatus der einzelnen Anschlüsse achten.

In diesem Beispiel wird eine L2107 Messleitung mit Klemmen für die Verbindungserläuterung verwendet. Tabelle 2 zeigt den Verbindungsstatus der Leitungsspitze und des Ersatzstromkreises jeweils in einem richtigen und einem falschen Verbindungsbeispiel. Tabelle 1 (a) zeigt die korrekte Verbindungsmethode, die zu 0 V zwischen SENSE A und SENSE B führt. Hingegen zeigt Tabelle 1 (b) die falsche Verbindungsmethode, bei der zwischen SENSE A und SENSE B 0 V nicht erreicht wird.

Tabelle 2: Bei Nullabgleich verwendete Verbindungsmethoden mit Messleitungen mit Klemmen

Verbindungs- methode	Richtig	Falsch
Leitungs- spitze		
Ersatz- stromkreis		
Verformter Ersatz- stromkreis		
Als Ver- bindungs- methode für Nullab- gleich	Richtig	Falsch

So führen Sie den Nullabgleich mit dem 9454 oder Z5038 Lineal für Nullabgleich aus

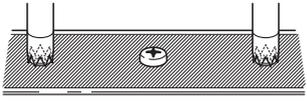
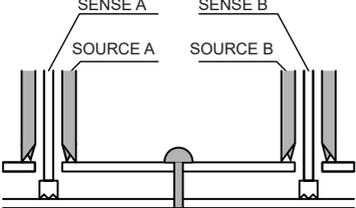
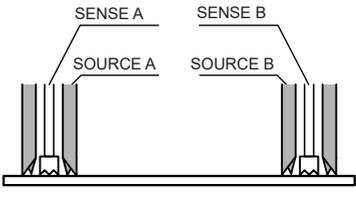
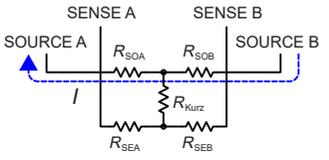
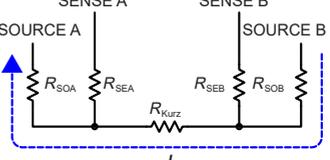
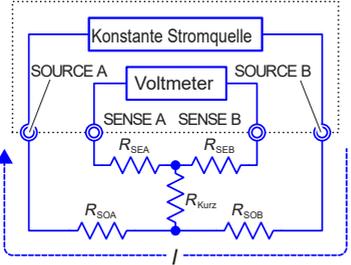
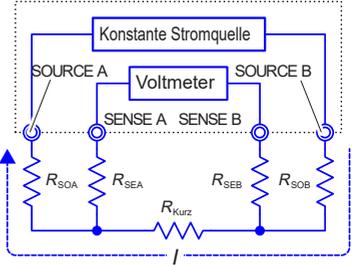
Bei der Ausführung des Nullabgleichs können keine Metalllineale oder ähnliche Objekte als Ersatz für das Lineal für Nullabgleich verwendet werden.

Das Lineal für Nullabgleich ist nicht einfach nur ein Metalllineal. Es besteht aus zwei Schichten, die an einer Stelle verschraubt sind. Das Lineal für Nullabgleich dient der Ausführung des Nullabgleichs wie bei der 9465-10 Messleitung mit Prüfspitzen.

Tabelle 3 zeigt Querschnittansichten und Ersatzstromkreise der zwei Verbindungsmethoden: Verbinden der Messleitung mit Prüfspitzen mit dem Lineal für Nullabgleich, und Verbinden desselben mit einem Metalllineal oder einem ähnlichen Objekt. Tabelle 1 (a) (S. Anhang13) zeigt die

Verbindung unter Verwendung des Lineals für Nullabgleich, die zu 0 V zwischen SENSE A und SENSE B führt. Hingegen zeigt Tabelle 1 (b) (S. Anhang13) die Verbindung unter Verwendung eines Metalllineals oder eines ähnlichen Objekts, wodurch zwischen SENSE A und SENSE B nicht 0 V erreicht wird.

Tabelle 3: Verbindungsmethoden mit Messleitung mit Prüfspitzen bei Nullabgleich

Verbindungsmethode	 <p>Wenn eine Verbindung unter Verwendung des 9454 Lineals für Nullabgleich hergestellt wurde</p>	 <p>Bei Verbindung mit Metalllineal oder ähnlichem Objekt</p>
Leitungsspitze		
Ersatzstromkreis		
Verformter Ersatzstromkreis		
Als Verbindungsmethode für Nullabgleich	Richtig	Falsch

Wenn der Nullabgleich bei Verwendung einer vom Kunden selbst hergestellten Messleitung zur Ausführung von Messungen schwierig ausführbar ist

Wenn Sie den Nullabgleich für eine Messung mit einer selbst hergestellten Messleitung ausführen, verbinden Sie die Spitze der selbst hergestellten Messleitung gemäß der Darstellung in Tabelle 1 (a). (S. Anhang13) Wenn diese Verbindung jedoch schwierig ausführbar ist, können Sie die folgenden Methoden ausprobieren.

Bei Verwendung eines DC-Widerstandsmessgeräts

Der Hauptzweck des Nullabgleichs ist das Entfernen der Nullspannung aus dem Messinstrument. Aus diesem Grund wird der als Ergebnis des Nullabgleichs abzuziehende Wert kaum von der Messleitung beeinflusst. Folglich können Sie zunächst die Verbindung mit der Standardmessleitung gemäß Tabelle 1 (a) (S. Anhang13) vornehmen und den Nullabgleich ausführen, und dann die Messleitung durch eine selbst hergestellte Messleitung ersetzen, um die Messung ohne Nullspannung auf dem Messinstrument auszuführen.

Bei einem AC-Widerstandsmessgerät (wie zum Beispiel dem HIOKI 3561, BT3562 oder BT3563)

Neben dem Entfernen der Nullspannung aus dem Messinstrument ist der andere Hauptzweck des Nullabgleichs, den Einfluss der Messleitungsform aufzuheben. Aus diesem Grund sollten Sie bei der Ausführung des Nullabgleichs die selbst hergestellte Messleitungsform so nah wie möglich am Messstatus positionieren. Danach nehmen Sie die Verbindung gemäß Tabelle 1 (a) (S. Anhang13) vor und führen den Nullabgleich aus.

Wenn Sie eine AC-Widerstandsmessung mit einem Instrument von Hioki ausführen und die erforderliche Auflösung $100 \mu\Omega$ übersteigt, ist bei der DC-Widerstandsmessung möglicherweise dieselbe Nullabgleichsmethode wie bei der DC-Widerstandsmessung ausreichend.

Anhang 8 Instabile Messwerte

Wenn der Messwert instabil ist, prüfen Sie Folgendes.

1 Auswirkungen durch induzierte Störsignale

Von Netzkabeln, Leuchtstofflampen, elektromagnetischen Ventilen, Computeranzeigen etc. werden starke Störsignale erzeugt. Folgende Störsignalquellen beeinflussen Widerstandsmessungen:

1. Elektrostatische Kupplung durch eine Hochspannungsleitung
2. Elektromagnetische Kupplung durch eine Hochstromleitung

Bei diesen Störsignaltypen hilft das Abschirmen oder Wickeln von Kabeln beim Reduzieren von Störsignalen.

Elektrostatische Kupplung durch eine Hochspannungsleitung

Von einer Hochspannungsleitung einfließender Strom wird durch die damit gekoppelte elektrostatrische Kapazität beeinflusst. Wenn beispielsweise eine gewerbliche Stromversorgungsleitung mit 100 V und Widerstandsmessleitungen mit einer Kapazität von 1 pF elektrostatrisch gekoppelt werden, wird ein Strom von ca. 38 nA induziert.

$$I = \frac{V}{Z} = 2\pi \cdot 60 \cdot 1\text{pF} \cdot 100\text{V}_{\text{RMS}} = 38\text{nA}_{\text{RMS}}$$

Wenn ein 1 Ω -Widerstand bei 100 mA gemessen wird, liegen die Auswirkungen bei nur 0,4 ppm und sind somit lediglich gering.

Wird jedoch 1 M Ω bei 0,5 μA gemessen, liegt der Einfluss bei 8%. Dies zeigt, dass elektrostatrischer Kupplung durch eine Hochspannungsleitung bei der Ausführung von Messungen hoher Widerstände mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden sollte. Das Schützen der Leitungen und des Messobjekts mit elektrostatrischen Abschirmungen schafft Abhilfe. (Abb. 1)

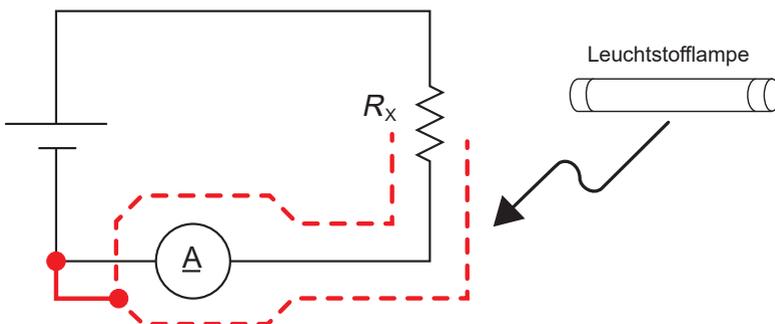


Abb. 1 Verwendung von elektrostatrischen Abschirmungen neben einer Hochspannungsleitung

Elektromagnetische Kupplung durch eine Hochstromleitung

Durch eine Hochstromleitung wird ein Magnetfeld erzeugt. Ein größeres Magnetfeld wird durch Transformatoren und Drosselspulen mit einer hohen Anzahl an Windungen erzeugt. Durch ein Magnetfeld induzierte Spannung wird durch die Entfernung und den Bereich beeinflusst. Eine Spannung von $0,75 \mu\text{V}$ wird auf einer 10 cm^2 großen Schleife erzeugt, die sich in 10 cm Abstand zu einer gewerblichen Stromversorgungsleitung mit 1 A befindet.

$$v = \frac{d\phi}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\mu_0 I S}{2\pi r} \right) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} f I}{r}$$

$$= \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 60\text{Hz} \cdot 0.001\text{m}^2 \cdot 1\text{A}_{\text{RMS}}}{0.1\text{m}} = 0.75 \mu\text{V}_{\text{RMS}}$$

Wenn ein $1\text{-m}\Omega$ -Widerstandsmessgerät mit 1 A gemessen wird, liegt der Einfluss bei $0,07\%$. Bei Messungen höherer Widerstände kann die Erkennungsspannung leicht erhöht werden und der Einfluss ist gering.

Der Einfluss elektromagnetischer Kupplung kann reduziert werden, indem ein ausreichend großer Abstand zwischen der Störsignale erzeugenden Leitung gehalten wird und die Kabel umeinander gewickelt werden. (Abb. 2)

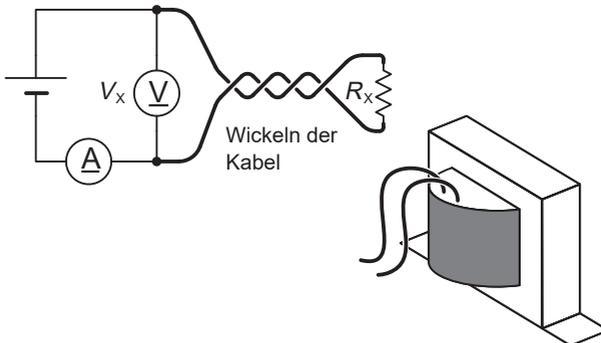


Abb. 2 Wickeln von Kabeln neben einer Hochstromleitung

Reduzierung von induzierten Störsignalen beim Instrument

Wickeln Sie generell die vier abgeschirmten Kabel und schließen Sie daraufhin wie in Abb. 3 dargestellt das Messobjekt mit der Abschirmung an den SOURCE B-Anschluss an. Abb. 3 zeigt ein Verkabelungsbeispiel für Leitungen mit einer Struktur, die sich von der mitgelieferten L2107 Messleitungen mit Klemmen unterscheidet; dies beeinflusst Messungen jedoch nicht.

Es müssen nicht nur Störsignale vom Instrument, sondern zusätzlich dazu auch Störsignale von anderen Störquellen in ähnlicher Weise reduziert werden. Es ist effektiver, eine Hochstromleitung um das Instrument zu wickeln, das eine Störquelle darstellen kann, und eine Hochspannungsleitung abzuschirmen.

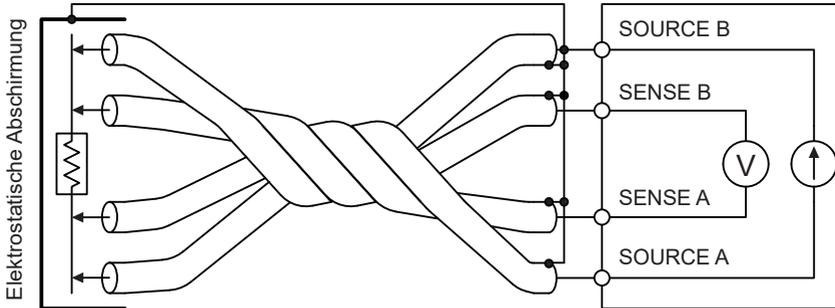


Abb. 3 Reduzierung der Störsignale beim Instrument

Wenn eine gewerbliche Stromversorgung eine Quelle induzierter Störsignale ist

Durch eine gewerbliche Stromversorgung verursachte induzierte Störsignale können durch Leuchtstofflampen und Elektrogeräte sowie durch gewerbliche Stromversorgungsleitungen oder Steckdosen erzeugt werden. Durch eine gewerbliche Stromversorgung verursachte Störsignale hängen von der Frequenz der Stromversorgung ab und werden bei einer Frequenz von 50 Hz oder 60 Hz erzeugt. Zur Reduzierung der Auswirkungen von Störsignalen wendet das Instrument eine Integrationszeit, die aus einem ganzzahligen Vielfachen von 50 Hz (20 ms) / 60 Hz (16,6 ms) besteht, an. (Abb. 4) Ergreifen Sie bei einer Umgebung mit Störsignalen durch andere Frequenzkomponenten geeignete Maßnahmen zur Reduzierung von Störsignalen und verwenden Sie die Durchschnittsfunktion.

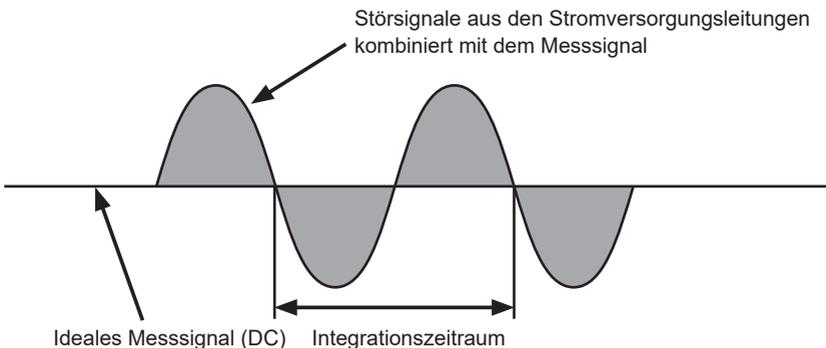


Abb. 4. Störsignale aus einer gewerblichen Stromversorgung

2 Vielpunktkontakte mit Messleitungen mit Klemmen

Die idealen Bedingungen für vierpolige Messungen werden in Abb. 5 dargestellt: Strom fließt vom entfernten Messfühler und Spannung wird bei einheitlicher Stromverteilung erkannt.

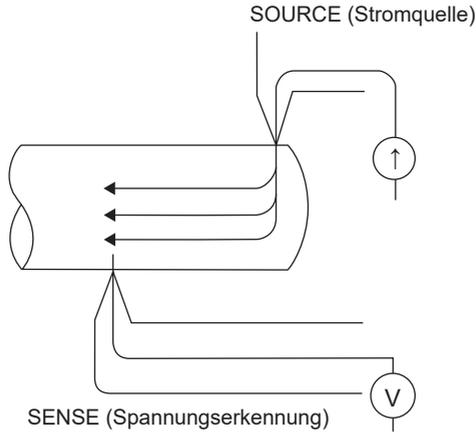


Abb. 5 Ideale vierpolige Methode

Zur Erleichterung der Messung haben die Spitzen der L2107 Messleitungen mit Klemmen Zacken. Wenn eine Klemme wie in Abb. 6 dargestellt erweitert wird, fließt Messstrom aus verschiedenen Punkten und an mehreren Punkten wird Spannung erkannt. In diesen Fällen variiert der Messwert entsprechend der Gesamtkontaktfläche.

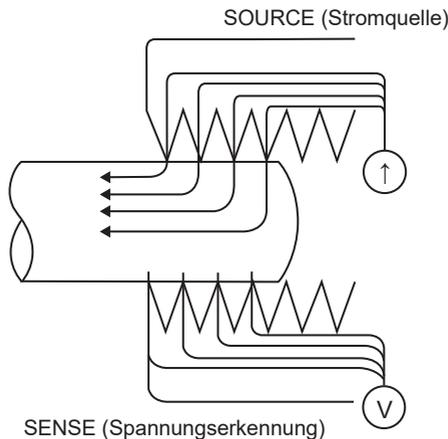


Abb. 6 Messung mit den L2107 Messleitungen mit Klemmen

Außerdem beträgt wie in Abb. 7 dargestellt bei der Messung des Widerstands eines 100 mm langen Drahts die Länge zwischen den nächsten Kanten der Klemmen 100 mm, doch die Länge zwischen den am weitesten entfernten Kanten der Klemmen beträgt 110 mm. Dies bedeutet, dass die tatsächliche Messlänge (und der tatsächliche Messwert) eine Unsicherheit von 10 mm (10%) aufweist. Wenn Messwerte aus diesem Grund instabil sind, messen Sie mit so vielen Punktkontakten wie möglich.

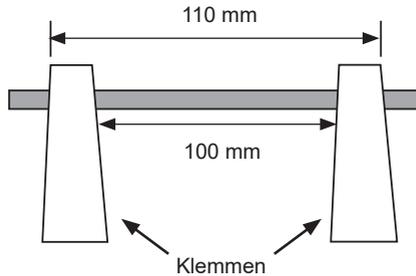


Abb. 7 Widerstandsmessung eines Leitungsdrahts mit ca. 100 mm

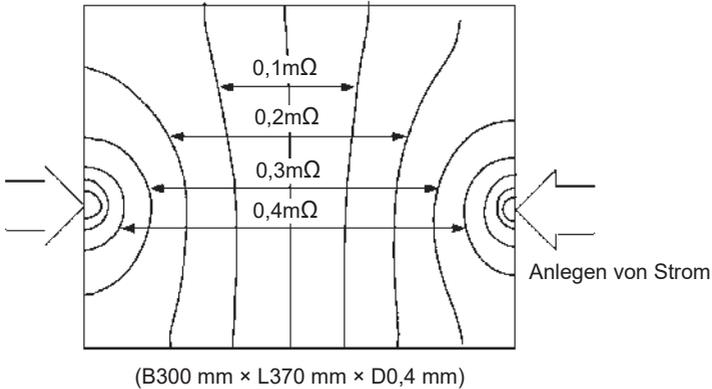
3 Breitere/dickere Messobjekte

Wenn das Messobjekt über eine bestimmte Breite oder Dicke, wie beispielsweise Lineale oder Blöcke, verfügt, ist eine genaue Messung unter Verwendung von Messleitungen mit Klemmen oder Messleitungen mit Prüfspitzen schwierig. Durch die Verwendung solcher Messleitungen kann es aufgrund des Kontaktdrucks oder Kontaktwinkels zu einer Schwankung von mehreren Prozent bis zu mehreren zehn Prozent des Messwerts kommen.

Zum Beispiel sind die Messwerte bei der Messung eines Metalllineals mit den Maßen $B300 \times L370 \times D0,4$ mm auch dann relativ unterschiedlich, wenn dieselben Punkte wie nachfolgend dargestellt gemessen werden:

Messleitung mit Prüfspitzen mit einem Abstand von 0,2 mm:	1,1 m Ω
Messleitung mit Prüfspitzen mit einem Abstand von 0,5 mm:	0,92 bis 0,97 m Ω
L2107 Messleitungen mit Klemmen:	0,85 bis 0,95 m Ω

Dies hängt nicht vom Kontaktwiderstand zwischen Messfühlern und dem Messobjekt, sondern von der Stromverteilung auf dem Messobjekt ab.



(Anlegen eines Stroms von 1 A an Punkten an den Kanten und Aufzeichnen von äquivalenten Linien mit elektrischem Potential alle 50 μV)

Abb. 8 Leitungen mit elektrischem Potential eines Metalllineals

Abb. 8 zeigt ein Beispiel für das Aufzeichnen der äquivalenten Linien mit elektrischem Potential eines Metalllineals. Ähnlich wie bei dem Verhältnis zwischen der Verteilung von Atmosphärendruck und Wind bei einem Wettervorhersagediagramm ist die Stromdichte an Orten, an denen die äquivalenten Linien mit elektrischem Potential wenig Abstand zueinander haben, höher und an Orten, an denen sie großen Abstand zueinander haben, niedriger. Mithilfe dieses Beispiels wird gezeigt, dass die Neigung des elektrischen Potentials um die Strom anwendenden Punkte herum größer ist. Dieses Phänomen wird durch eine hohe Stromdichte, während sich der Strom auf dem Metalllineal ausbreitet, verursacht. Aufgrund dieses Phänomens sollten Messwerte auch dann relativ unterschiedlich sein, wenn sich die Verbindungspositionen nur leicht unterscheiden, wenn Spannungserkennungsanschlüsse (von Messfühlern) neben Strom anwendenden Punkten positioniert werden.

Zur Vermeidung der Auswirkungen dieses Phänomens wird die Erkennung von Spannung im Inneren von Strom anwendenden Punkten empfohlen. Im Allgemeinen kann, wenn der Spannungserkennungspunkt weiter im Inneren des Stromanwendungspunktes als die Breite (B) und Dicke (d) des Messobjektes ist, als einheitlich angesehen werden. Wie in Abb. 9 dargestellt sollten die SENSE-Anschlüsse innen mit einem Abstand von mindestens $3B$ oder $3D$ mm von den SOURCE-Anschlüssen liegen.

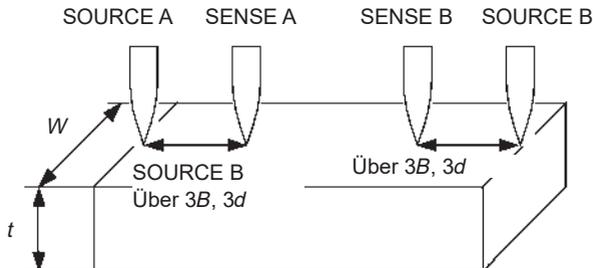


Abb. 9 Positionen der Messfühler auf einem breiteren/dickeren Messobjekt

4 Instabile Temperatur des Messobjekts

Kupferdraht verfügt über einen Temperaturkoeffizienten von ca. $0,4\%/^{\circ}\text{C}$. Seine Temperatur steigt bereits, wenn er in der Hand gehalten wird, wodurch auch sein Widerstand erhöht wird. Wird die Hand vom Draht entfernt, verringern sich die Temperatur und der Widerstand. Die Temperatur von kürzlich lackierten Wicklungen ist extrem hoch, weshalb der Widerstand tendenziell hoch ist. Wenn sich die Temperaturen eines Messobjekts und einer Stromzange unterscheiden, kann die erzeugte thermische EMK einen Messfehler verursachen. Um solche Fehler zu vermeiden, warten Sie, bis sich die Temperatur des Messobjekts auf die Umgebungstemperatur stabilisiert hat.

5 Das Messobjekt erwärmt sich

Die maximale, durch dieses Instrument an einem Messobjekt angewendete Leistung wird wie in der nachstehend abgebildeten Tabelle bestimmt. Der Widerstand von Messobjekten mit einer niedrigen Wärmekapazität kann sich aufgrund von Erwärmung verändern.

Bereich [Ω]	3m	30m	300m		3	30	300	3k	30k	300k	3M		
Messstrom [A]	1		300 m		100 m		10 m		1 m		100 μ	5 μ	500 n
Maximale Leistung [W]	3,5 m	35 m	31,5 m	3,5 m	35 m	3,5 m	0,35 m	3,5 m	350 μ	8,75 μ	875 n		

6 Messen von Transformatoren und Motoren

Wenn Störsignale in einen nicht angeschlossenen Anschluss eines Transformators eindringen oder wenn sich der Motorrotor bewegt, kann es aufgrund von induzierter Spannung an der gemessenen Wicklung zu instabilen Messungen kommen. Kümmern Sie sich um die nicht angeschlossenen Anschlüsse an Transformatoren und um Motorvibration.

7 Messen von großen Transformatoren oder Motoren

Beim Messen von Messobjekten mit hoher Induktivität (hohes Q) wie große Transformatoren oder Motoren sind instabile Messwerte möglich. Das Instrument führt Messungen durch einen Konstantstromfluss durch das Messobjekt aus, doch wenn die Induktivität unendlich wird, wird das Erzeugen von Konstantstrom unmöglich. Die Erzielung von Stabilität in einer Konstantstromquelle mit einer hohen Induktivität kostet Reaktionszeit. Wenn Sie feststellen, dass Widerstandswerte bei der Messung von großen Transformatoren oder Motoren starken Schwankungen unterliegen, wenden Sie sich für weiterführende Hilfe bitte an Ihren örtlichen Hioki Händler.

8 Keine vierpoligen Messungen

Für die vierpolige Methode müssen vier Messfühler an das Messobjekt angeschlossen werden. Wenn wie in Abb. 10 dargestellt gemessen wird, schließt der gemessene Widerstand den der Kontakte zwischen den Messfühlern und dem Messobjekt ein.

Der typische Kontaktwiderstand beträgt einige $m\Omega$ bei Goldoberflächen und einige zehn $m\Omega$ bei Nickeloberflächen.

Bei mehrere $k\Omega$ betragenden Messwerten stellt dies eigentlich kein Problem dar, doch wenn die Spitze eines Messfühlers oxidiert oder schmutzig ist, ist ein Kontaktwiderstand von ca. einem $k\Omega$ nicht unüblich.

Um die Möglichkeit korrekter Messungen zu maximieren, richten Sie die vierpolige Methode so nah wie möglich an den Kontaktpunkten des Messobjekts ein. (Abb. 11)

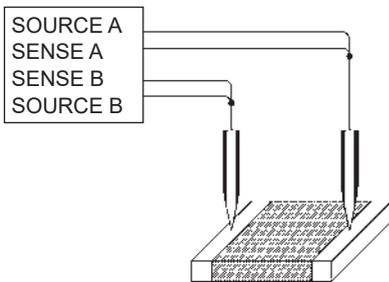


Abb. 10 Zweipolige Messung

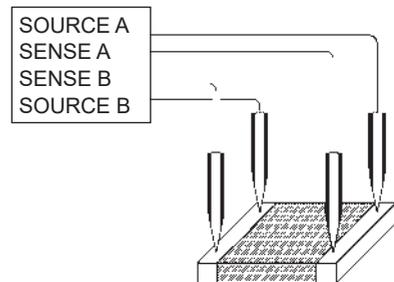


Abb. 11 Vierpolige Messung

9 Messen eines Strom messenden Widerstands (Messwiderstand)

Bei der Montage eines zweipoligen, Strom messenden Widerstands auf einer Leiterplatte werden die Stromleitung und die Spannungserkennungsleitung üblicherweise wie in Abb. 12 dargestellt getrennt, um die Auswirkungen von Leitungswiderstand zu vermeiden. Um einen einheitlichen Stromfluss sicherzustellen, ist es erforderlich, Stromleitungen zu verwenden, die genauso breit wie die Elektroden sind und die Bahnen in der Nähe der Elektroden nicht zu biegen (Abb. 13). Zum Messen eines solchen Strom messenden Widerstands werden üblicherweise Drahtmessfühler verwendet (Abb. 14). In diesem Fall breitet sich der Messstrom vom Eingangspunkt (SOURCE B) aus stufenweise im Strom messenden Widerstand aus und kehrt dann zum Messfühlerpunkt (SOURCE A) zurück (Abb. 15). Wenn die Spannungsanschlüsse (SENSE A und B) neben den Stromeingangspunkten (SOURCE A und B), an denen eine hohe Stromdichte herrscht, positioniert werden, ist der Ablesewert tendenziell höher als der Widerstandswert im befestigten Zustand (Abb. 16).

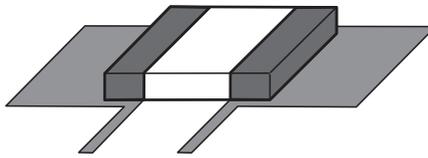


Abb. 12 Strom messender, auf einer Leiterplatte montierter Widerstand

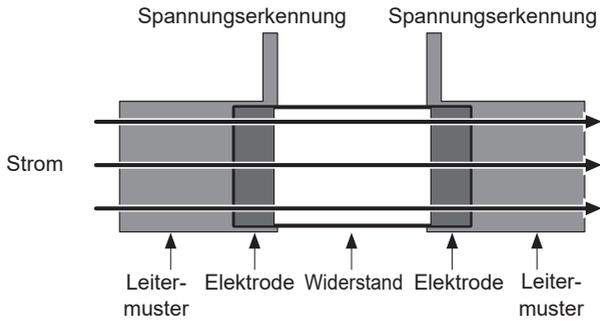


Abb. 13 Stromfluss im befestigten Zustand

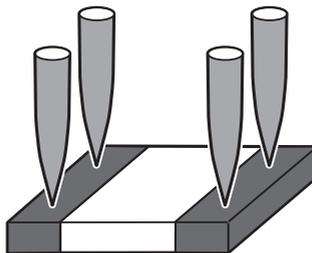


Abb. 14 Untersuchung durch die Messfühler im Messzustand

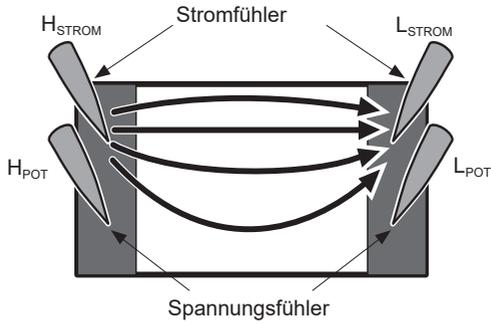


Abb. 15 Stromfluss im befestigten Zustand



Abb. 16 Unterschied zwischen dem befestigten und dem Messzustand

Anhang 9 Lokalisieren von Kurzschlüssen auf einer Leiterplatte

Durch den Vergleich mit Widerstandswerten in mehreren Bereichen wird die grobe Lokalisierung von Kurzschlüssen auf einer Leiterplatte (auf der keine Komponente montiert ist) erleichtert.

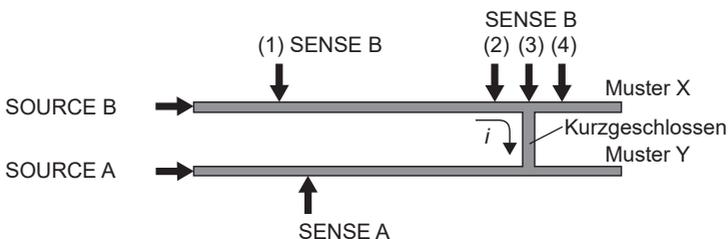
Im nachfolgenden Beispiel wird angenommen, dass zwischen den Mustern X und Y ein Kurzschluss vorliegt.

- 1** Schließen Sie SOURCE A und SOURCE B an jedes der Muster an.
- 2** Schließen Sie SENSE A an einem Punkt nahe an SOURCE A an und schließen Sie SENSE B an Punkt (1) an.
- 3** Lesen Sie die Messwerte ab und bewegen Sie dabei SENSE B zu (1), (2), (3) und dann zu (4). Je höher der Widerstandswert ist, desto weiter befindet sich der Punkt vom Kurzschluss entfernt. Bewegen Sie die Anschlüsse SOURCE B und SENSE B, um den Kurzschluss zu lokalisieren.

Beispiel

- (1) 20 m Ω
- (2) 11 m Ω
- (3) 10 m Ω
- (4) 10 m Ω

Diese Messwerte implizieren, dass sich der Kurzschluss in der Nähe von Punkt (3) befindet.



Anhang 10 Messeleitungsoptionen

Die unten aufgelisteten Optionen sind für das Instrument verfügbar. Zum Bestellen einer Option wenden Sie sich bitte an einen autorisierten Hioki-Händler oder Großhändler. Das optionale Zubehör kann geändert werden. Sie finden die neuesten Informationen auf Hiokis Website.

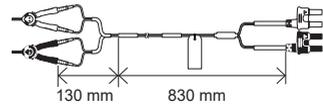
□ **L2107 Messeitung mit Klemmen**

Diese Leitungen sind mit über Klemmen verfügende Kanten ausgestattet. Die vierpolige Messung kann allein durch Anklemmen an das Messobjekt ausgeführt werden.

Länge von der Gabelung bis zum Messfühler: ca. 130 mm

Länge vom Stecker bis zur Gabelung: ca. 830 mm

Zum Anklemmen verwendbarer Durchmesser: ca. $\phi 0,3$ bis 5,0 mm



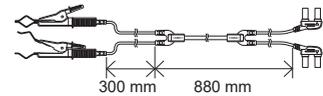
□ **9467 Messeitung mit großen Krokoklemmen**

Diese Leitungen wurden so entwickelt, dass sie an Messobjekte mit Kontaktflächen mit großem Durchmesser angebracht werden können. Die vierpolige Messung kann allein durch Anklemmen an das Messobjekt ausgeführt werden.

Länge von der Gabelung bis zum Messfühler: ca. 300 mm

Länge vom Stecker bis zur Gabelung: ca. 880 mm

Maximaler Klemmendurchmesser: ca. $\phi 28$ mm

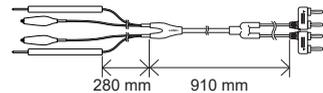


□ **9453 Messeitung mit vier Anschlüssen**

Die SOURCE-Leitungen dieses Sets aus Messleitungen mit vier Anschlüssen verfügen über Krokoklemmen mit Schutzkappen und die SENSE-Leitungen verfügen über standardmäßige Stromzangen. Verwenden Sie sie zur Messung des Leiterplattenwiderstandes und wenn SOURCE- und SENSE-Leitungen separat angeschlossen werden müssen.

Länge von der Gabelung bis zum Messfühler: ca. 280 mm

Länge vom Stecker bis zur Gabelung: ca. 910 mm



□ **9772 Messleitung mit Prüfspitzen**

Die Messung kann ausgeführt werden, indem diese Leitung auf das Messobjekt gedrückt wird. Die Stifte dieser Leitung sind parallel zueinander ausgerichtet. Da im Vergleich zur 9465-10 ein größerer Abstand zwischen jedem Stift vorhanden ist, ist es unwahrscheinlicher, dass diese Stifte durch die Stromverteilung beeinflusst werden.

Siehe „3 Breitere/dickere Messobjekte“ (S. Anhang21).

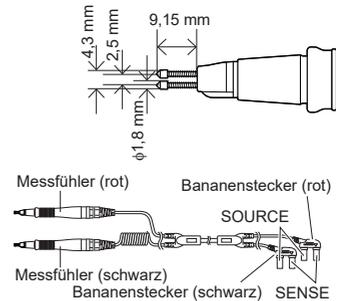
Länge von der Gabelung bis zum Messfühler:

ca. 100 mm (rot), maximal 550 mm (schwarz)

Länge vom Stecker bis zur Gabelung: ca. 1660 mm

Ursprünglicher Kontaktdruck: ca. 60 g

Gesamtverdichtungsdruck: ca. 230 g (Hub: 3 mm)



□ **9465-10 Messleitung mit Prüfspitzen**

Die Messung kann ausgeführt werden, indem diese Leitung auf das Messobjekt gedrückt wird.

Bei der Koaxialstruktur ist der SENSE-Anschluss in der Mitte, während sich der SOURCE-Anschluss am äußeren Rand befindet.

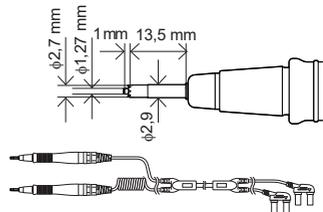
Länge von der Gabelung bis zum Messfühler: ca. 100 mm (rot),

maximal 550 mm (schwarz)

Länge vom Stecker bis zur Gabelung: ca. 1660 mm

Ursprünglicher Kontaktdruck: ca. 190 g

Gesamtverdichtungsdruck: ca. 250 g (Hub: 1 mm)



□ **9465-11 Messleitung mit Prüfspitzen**

Die 9465-11 verfügt über eine lange schwarze verzweigte Ableitung, damit Sie Messungen zwischen Punkten vornehmen können, die bis zu 2 m voneinander entfernt sind, indem Sie die Stifte dagegen drücken.

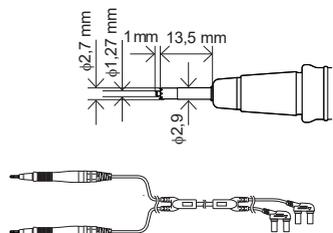
Sie verfügt über eine Koaxialkonstruktion, wobei der Innenleiter mit dem SENSE-Anschluss und der Außenleiter mit dem SOURCE-Anschluss verbunden ist.

Länge von der Gabelung bis zum Messfühler: ca. 45 mm (rot), 2000 mm (schwarz)

Länge vom Stecker bis zur Gabelung: ca. 1660 mm

Ursprünglicher Kontaktdruck: ca. 190 g

Gesamtverdichtungsdruck: ca. 250 g (Hub: 1 mm)



□ **L2140 Messleitung**

Die L2140 ist eine Messleitungsanordnung mit einer Klemme auf der schwarzen Seite und einem Stift auf der roten Seite.

Die Klemme kann verwendet werden, um z. B. einen Anschluss oder eine Metallplatte einzuklemmen, während der Stift verwendet wird, indem er für die vierpolige Messung gegen einen von der Klemme entfernten Punkt (bis zu 3 m) gedrückt wird.

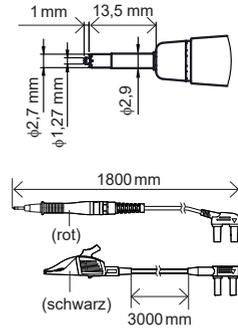
Länge vom Stecker bis zum Stift (rot): ca. 1800 mm

Länge vom Stecker bis zur Klemme (schwarz): ca. 3000 mm

Einklemmbare Breite: maximal ca. $\phi 30$ mm

Ursprünglicher Kontaktdruck: ca. 190 g

Gesamtverdichtungsdruck: ca. 250 g (Hub: 1 mm)



□ **L2141, L2142 Messleitung mit Prüfspitzen**

Die L2141/L2142 kann für Messungen verwendet werden, indem seine Stifte gegen Objekte gedrückt werden. Die L2141 verfügt über robuste Stifte.

Die L2142 verfügt über scharfe Prüfspitzen, die Messungen durch das Durchbrechen von Farbschichten ermöglichen.

Im Vergleich zur 9465-10 und 9772 ist der Stiftabstand der L2141/L2142 noch breiter, was zu einer geringeren Anfälligkeit für Stromverteilungseffekte führt.

Siehe „3 Breitere/dickere Messobjekte“ (S. Anhang21).

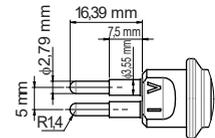
Länge von der Gabelung bis zum Messfühler: Ca. 2000 mm

Ca. 2000 mm

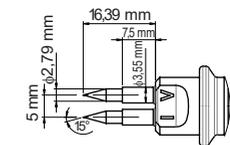
Länge Stecker-zu-Verzweigung: Ca. 1000 mm

Gesamtverdichtungsdruck: Ca. 1,2 kg (Hub: 4 mm)

Spitze von L2141



Spitze von L2142



Anhang 11 Kalibrierung

Kalibrierungsbedingungen

- Umgebungstemperatur und -luftfeuchtigkeit: 23 °C ±5 °C, 80% RH oder weniger
- Externes Magnetfeld: Umgebung nahe am Magnetfeld der Erde
- Initialisierung durch Reset

Kalibrierungsausrüstung

Verwenden Sie bitte Folgendes als Kalibrierungsausrüstung.

Widerstandsmessung

Ausrüstung	Kalibrierungs- punkt	Hersteller	Standardmodellna- me
Standardwiderstand	1 mΩ	Alpha Electronics	CSR-1N0 oder gleichwertiges Produkt
Standardwiderstand	10 mΩ	Alpha Electronics	CSR-10N oder gleichwertiges Produkt
Standardwiderstand	100 mΩ	Alpha Electronics	CSR-R10 oder gleichwertiges Produkt
Kalibrator für viele Produkte	3 Ω	FLUKE	5520A oder gleichwertiges Produkt
Kalibrator für viele Produkte	30 Ω	FLUKE	5520A oder gleichwertiges Produkt
Kalibrator für viele Produkte	300 Ω	FLUKE	5520A oder gleichwertiges Produkt
Kalibrator für viele Produkte	3 kΩ	FLUKE	5520A oder gleichwertiges Produkt
Kalibrator für viele Produkte	30 kΩ	FLUKE	5520A oder gleichwertiges Produkt
Kalibrator für viele Produkte	300 kΩ	FLUKE	5520A oder gleichwertiges Produkt
Kalibrator für viele Produkte	3 MΩ	FLUKE	5520A oder gleichwertiges Produkt
Widerstandsmessleitung		HIOKI	9453 Messleitung mit vier Anschlüssen

Wenn FLUKE 5520A nicht verfügbar ist, verwenden Sie die folgende Ausrüstung.

Ausrüstung	Kalibrierungspunkt	Hersteller	Standardmodellname
Standardwiderstand	1 Ω	Alpha Electronics	CSR-1R0 oder gleichwertiges Produkt
Standardwiderstand	10 Ω	Alpha Electronics	CSR-100 oder gleichwertiges Produkt
Standardwiderstand	100 Ω	Alpha Electronics	CSR-101 oder gleichwertiges Produkt
Standardwiderstand	1 kΩ	Alpha Electronics	CSR-102 oder gleichwertiges Produkt
Standardwiderstand	10 kΩ	Alpha Electronics	CSR-103 oder gleichwertiges Produkt
Standardwiderstand	100 kΩ	Alpha Electronics	CSR-104 oder gleichwertiges Produkt
Standardwiderstand	1 MΩ	Alpha Electronics	CSR-105 oder gleichwertiges Produkt

Ausrüstung	Kalibrierungspunkt	Hersteller	Standardmodellname
Widerstand mit Stellknöpfen	30 Ω bis 300 kΩ	Alpha Electronics	ADR-6105M oder gleichwertiges Produkt
Widerstand mit Stellknöpfen	3 MΩ	Alpha Electronics	ADR-6106M oder gleichwertiges Produkt

Temperaturmessung (Thermistor)

Ausrüstung	Kalibrierungspunkt	Hersteller	Standardmodellname
Kalibrator für viele Produkte	25 °C, 2186,0 Ω	FLUKE	5520A oder gleichwertiges Produkt

Wenn das FLUKE 5520A nicht verwendet werden kann, verwenden Sie bitte die folgende Ausrüstung.

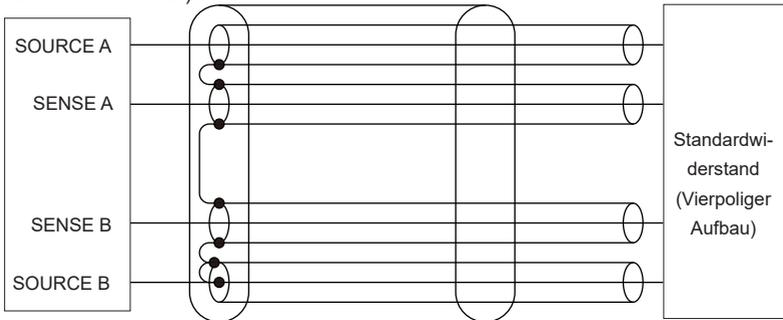
Ausrüstung	Kalibrierungspunkt	Hersteller	Standardmodellname
Widerstand mit Stellknöpfen	25 °C, 2186,0 Ω	Alpha Electronics	ADR-6105M oder gleichwertiges Produkt

Kalibrierungspunkt

	Bereich	Kalibrierungspunkt	OVC
Widerstands- messung	3 mΩ	0 Ω, 1 mΩ	ON, OFF
	30 mΩ	0 Ω, 10 mΩ	ON, OFF
	300 mΩ (300 mA)	0 Ω, 100 mΩ	ON, OFF
	300 mΩ (100 mA)	0 Ω, 100 mΩ	ON, OFF
	3 Ω	0 Ω, 1 Ω oder 3 Ω	ON, OFF
	30 Ω	0 Ω, 10 Ω oder 30 Ω	ON, OFF
	300 Ω	0 Ω, 100 Ω oder 300 Ω	ON, OFF
	3 kΩ	0 Ω, 1 kΩ oder 3 kΩ	OFF
	30 kΩ	0 Ω, 10 kΩ oder 30 kΩ	OFF
	300 kΩ	0 Ω, 100 kΩ oder 300 kΩ	OFF
	3 MΩ	0 Ω, 1 MΩ oder 3 MΩ	OFF
Temperaturmessung (Thermistor)		2186,0 Ω Eingang bei 25 °C	

Verbindungsmethode

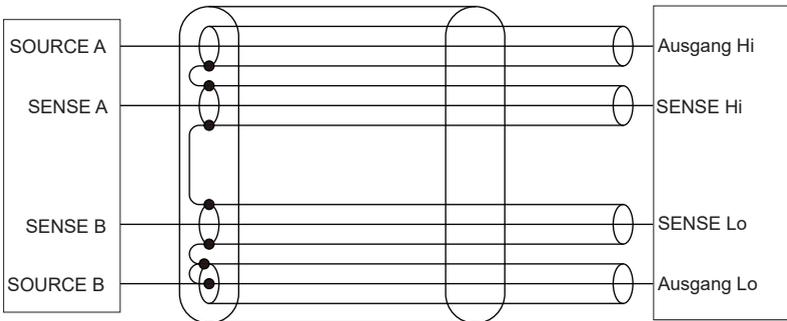
HIOKI RM3548-50
(Bereich 3 mΩ bis 300 mΩ)



HIOKI 9453 Messleitung mit vier Anschlüssen

HIOKI RM3548-50
(Bereich 3 Ω bis 3 MΩ)

FLUKE
5520A



HIOKI 9453 Messleitung mit vier Anschlüssen

HIOKI
RM3548-50

FLUKE
5520A



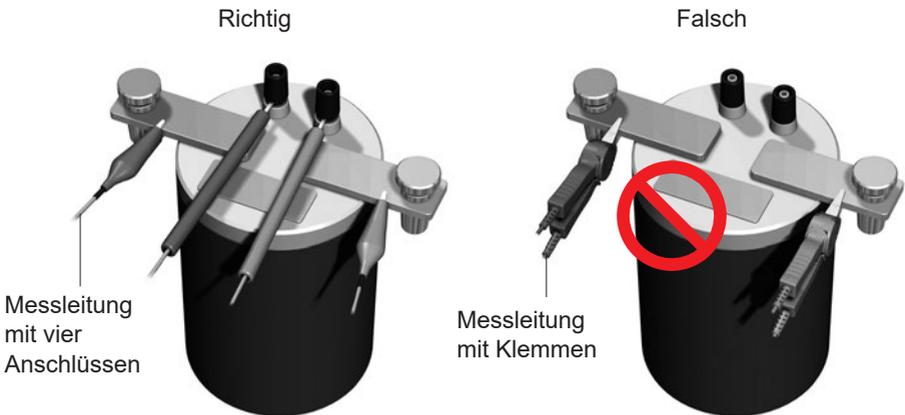
WICHTIG

- Informationen zur Verkabelung für die 0-Ω-Kalibrierung finden Sie unter „Anhang 7 Nullabgleich“ (S. Anhang11).
- Wenden Sie vor der Kalibrierung geeignete Maßnahmen zur Reduzierung von Störsignalen an.
In einer Umgebung mit vielen Störsignalen wird der Messwert möglicherweise instabil oder ungenau. Außerdem kann die Funktion zur Messfehlererkennung reagieren und kein Messwert angezeigt werden.
Siehe: „Instabile Messwerte“ (S. Anhang17)
- Verwenden Sie keine Krokoklemme für den Spannungserkennungsanschluss.
Der Messwert wird möglicherweise aufgrund von thermischer EMK ungenau.

Bei Verwendung des YOKOGAWA 2792 für die Kalibrierung

Verwenden Sie die separat erhältliche 9453 Messleitung mit vier Anschlüssen von Hioki.

Beachten Sie, dass mit der L2107 Messleitung mit Klemmen keine Verbindung hergestellt werden kann.



Index

Symbole

-	18
ΔT	25, 73, Anhang7
+	18

Messwerte

0ADJ	19, 25, 52, 54
300 mA	25

A

A.HOLD	25
A.MEMORY	25
ABS-Modus	67, 69
Absolutwert-Auswertung	67
AC-Methode	Anhang3
Allgemeine Widerstandsmessung	26
APS	23
Außerhalb des Bereichs	24, 46
Auswertung	66
Auswertungsmethoden	66
Auswertungston	71
AUTO	19, 25, 124
Auto-Speicher	94
Automatische Messbereichswahl	43
Automatische Stromsparfunktion (APS)	38
AVG	18, 25

B

Batterie	17, 30
Bedientaste	18
BEEPSET	18
Bildschirmlayout	23
Blockschaltbild	Anhang1

C

COMP	18, 25
COMP. OUT-Anschluss	17
CSV-Datei	104

D

DATA	25
DATE	18
Datum und Uhrzeit	105

DC-Methode	Anhang3
Drosselspule	26
Durchgebrannt	46
Durchschnittsberechnung	55

E

Ein-/Ausschalten	37
ELAPSED	25
Elektromagnetische Kupplung	Anhang18
Elektrostatische Kupplung	Anhang17
ENTER	18
Entsorgung	136
Erkennung der Sicherung eines Stromkreises	118
Ersatzbatterie	136
ESC	18
Excel-Direkteingabefunktion	87

F

F&A	126
Fahrzeug-Erdungsdraht	26
Funktion zur Erkennung von außerhalb des Bereichs liegenden Messungen	47, 118

G

Genauigkeit	115
Temperaturmessung	114
Widerstandsmessung	112
GENNECT Cross	83, 84

H

Halten	48
Heizung	26
Hi	25, 63, 66
HID-Funktion	87
Hintergrundbeleuchtung	107
HOLD	25

I

IN	25, 66
Initialisierung	108
Inspektion	39
Intervall	
Intervallmessung	24, 27
Intervallspeicher	95

K

Kabelbaum	26
Kalibrierung	125, Anhang31
Keine Tastenbedienung möglich.....	126
Komparator.....	66
Leuchtet nicht	127

L

L2107 Messleitung mit Klemmen	2, 3, 35, 44, 51, Anhang13, Anhang19, Anhang28
Laden eines Panels	81
Längenumwandlung	24, 76
Leistungskontakt.....	26
Leiterlänge.....	76
Leiterplatte.....	Anhang27
Leitfähiger Gummi	26
Leitfähiges Beschichtungsmaterial	26
LENGTH.....	18, 25
Lo.....	25, 63, 66

M

M.BLOCK SEL.....	18
Magnet.....	26
Manuelle Messbereichswahl	42
Manueller Speicher.....	93
Messbedingungen	49, 79
Laden.....	81
Speichern.....	80
Messbereich	42, 111
Messbildschirm.....	23
Messdaten	
Löschen	98
Messfehler	46
Messleitungen	9, 11, 35, 44, Anhang28
Anschließen	35, 44
Messleitungen mit Klemmen	Anhang20
Messobjekt	26, Anhang21
Die Temperatur stabilisiert sich nicht	Anhang23
Erwärmt sich.....	Anhang23
Messstrom	26, 62
Messwert	
Ablesen.....	45
Anzeige fehlgeschlagen	130
Auswerten.....	66
Halten	48

Speichern.....	48, 94
Stabilisieren	55
Stabilisierung fehlgeschlagen	129, Anhang17
Messwiderstand.....	Anhang24
MODE.....	19
Motor	26, Anhang23

N

Nullabgleich.....	50, Anhang11
Ausführen	51
Löschen	54
Nullspannungskompensations-Funktion.....	58

O

Obere Grenze.....	23
Oberer und unterer Grenzwert	69
OVC.....	18, 25, 26, 58

P

Panel	
Löschen von Inhalten	82
PANEL	18
PC.....	102
PERIOD.....	25

R

RANGE.....	19, 25
READ.....	19
REF	25
REF%-Modus	67, 70
Referenzwert	70
Reinigung	125
Relaiskontakt.....	26
Relativwert-Auswertung.....	67
Reset	108
Richtlinien zur Verzögerungszeit	61
Riemen	34

S

SAVE/CLEAR	18
Schalter	26
Schutzfunktion.....	24
Schweißverbindung	26
Selbsttest.....	37

Sicherung	17, 24, 26, 135
Signalkontakt.....	26
Spannungsabfall.....	Anhang2
Speicher	19, 91
Speicher löschen.....	19, 98, 108
Speicheranzeige.....	97
Speicherblöcke.....	92
Speichern eines Panels.....	80
Standardeinstellungen.....	109
START/STOP	19
Steckverbinder.....	26
Störsignale.....	Anhang17, Anhang19
Stromfehler.....	24
Stromfehlererkennung.....	47, 118
Strommesswiderstand.....	Anhang24
System.....	105

T

TC.....	25, Anhang4
TC/ ΔT	18
TEMP.SENSOR-Anschluss	17
Temperaturerhöhungstest.....	26, 73
Temperaturkoeffizient für die Temperaturkorrektur	25
Temperaturkorrektur	26, 56, Anhang4
Temperaturumwandlung. 24, 26, 73, Anhang7	
Thermische EMK.....	58, Anhang8
Transformator	26, Anhang23

U

Uhrzeit	
Einstellung	106
Untere Grenze	23
UPP	25
USB-Anschluss.....	17
USB-Massenspeicher.....	102

V

Verbleibende Batterieladung	23
Verzögerung	18, 60
Vierpolige Messungen	Anhang24
Vierpolige Methode.....	Anhang2
VIEW	18, 23

W

Widerstand	26
------------------	----

Z

Zulässiger Bereich.....	70
-------------------------	----

Modell	Seriennummer	Garantiezeitraum Drei (3) Jahre ab dem Kaufdatum (__ / __)
--------	--------------	---

Kundenname: _____

Kundenadresse: _____

Wichtig

- Bitte bewahren Sie diese Garantiekunde auf. Es können keine Duplikate ausgestellt werden.
- Tragen Sie bitte Modellnummer, Seriennummer und Kaufdatum zusammen mit Ihrem Namen und Ihrer Adresse in dieses Formular ein. Die von Ihnen in diesem Formular angegebenen persönlichen Informationen werden nur zum Bereitstellen von Reparaturleistungen und Informationen über Produkte und Dienste von Hioki verwendet.

Dieses Dokument bestätigt, dass das Produkt geprüft und verifiziert wurde, um den Standards von Hioki zu entsprechen. Sollten Fehlfunktionen auftreten, wenden Sie sich bitte an den Händler, bei dem Sie das Produkt gekauft haben, und legen Sie diese Garantiekunde vor, woraufhin Hioki das Produkt gemäß den unten beschriebenen Garantiebedingungen reparieren oder ersetzen wird.

Garantiebedingungen

1. Es wird garantiert, dass das Produkt während des Garantiezeitraums (drei [3] Jahre ab dem Kaufdatum) ordnungsgemäß funktioniert. Wenn das Kaufdatum nicht bekannt ist, wird der Garantiezeitraum als drei (3) Jahre ab dem Herstellungsdatum (Monat und Jahr) (wie durch die ersten vier Ziffern der Seriennummer im JMM-Format angegeben) angesehen.
2. Wenn das Produkt mit einem externen AC-Netzteil geliefert wird, gilt die Garantie für das externe Netzteil ein (1) Jahr ab dem Kaufdatum.
3. Die Genauigkeit der Messwerte und anderer durch das Produkt erzeugter Daten wird wie in den Produktspezifikationen beschrieben garantiert.
4. In dem Fall, dass während des jeweiligen Garantiezeitraums Fehlfunktionen aufgrund eines Verarbeitungs- oder Materialfehlers am Produkt oder an dem AC-Netzteil auftreten, werden das Produkt oder das AC-Netzteil von Hioki kostenlos repariert oder ersetzt.
5. Die folgenden Fehlfunktionen und Probleme werden nicht von der Garantie abgedeckt und werden daher auch nicht kostenlos repariert oder ersetzt:
 - 1. Fehlfunktionen oder Schäden an Verschleißteilen, Teilen mit vorgegebener Lebensdauer etc.
 - 2. Fehlfunktionen oder Schäden an Steckverbindern, Kabeln, etc.
 - 3. Durch Transport, Sturzschäden, Verlagerung oder sonstige Handhabung des Produkts nach dem Kauf verursachte Fehlfunktionen oder Schäden
 - 4. Durch unsachgemäße Handhabung in einer Weise, die nicht den Bestimmungen der Betriebsanleitung oder den Kennzeichen auf dem Produkt entspricht, verursachte Fehlfunktionen oder Schäden
 - 5. Durch Nichtausführen gesetzlicher oder in dieser Betriebsanleitung empfohlener Wartung oder Inspektionen verursachte Fehlfunktionen oder Schäden
 - 6. Durch Feuer, Wind, Hochwasserschäden, Erdbeben, Blitzschlag, Störungen der Stromversorgung (einschließlich Spannung, Frequenz etc.), Krieg oder innere Unruhen, radioaktive Kontamination oder sonstige Ereignisse höherer Gewalt verursachte Fehlfunktionen oder Schäden
 - 7. Schäden am Aussehen des Produkts (Schönheitsfehler, Verformung der Gehäuseform, Verblassen der Farbe etc.)
 - 8. Sonstige Fehlfunktionen, für die Hioki als nicht verantwortlich gilt
6. Die Garantie gilt unter den folgenden Umständen als ungültig, woraufhin Leistungen von Hioki, wie Reparatur oder Kalibrierung, nicht möglich sind:
 - 1. Wenn das Produkt von einer von Hioki nicht anerkannten Firma, Organisation oder Einzelperson repariert oder verändert wurde
 - 2. Wenn das Produkt ohne im Voraus erfolgte Mitteilung an Hioki in Systemen Dritter (Weltraum-, Kernkraftausrüstung, medizinische Geräte, Ausrüstung für die Fahrzeugsteuerung etc.) verwendet wurde
7. Sollten Sie durch die Verwendung des Produkts einen Verlust erleiden und Hioki feststellen, dass es für das zugrunde liegende Problem verantwortlich ist, wird Hioki eine Entschädigung entrichten, die den ursprünglichen Kaufpreis nicht überschreitet. Hierbei gelten folgende Ausnahmen:
 - 1. Durch die Verwendung des Produkts verursachte Sekundärschäden durch Messobjekte oder Komponenten
 - 2. Durch die vom Produkt ermittelten Messergebnisse entstandenen Schäden
 - 3. Durch das Verbinden eines Geräts mit dem Produkt entstandene Schäden an einem anderen Gerät als dem Produkt (einschließlich über Netzwerkverbindungen)
8. Hioki behält sich das Recht vor, eine Reparatur, Kalibrierung und weitere Dienste nach einem bestimmten Zeitraum seit der Herstellung des Produkts, der Einstellung der Produktion von Bauteilen oder aufgrund von unvorhersehbaren Umständen nicht anzubieten.

HIOKI E. E. CORPORATION

<http://www.hioki.com>

18-08 DE-3

HIOKI

www.hioki.com/



**Unsere
regionalen
Kontakt-
informationen**

HIOKI E.E. CORPORATION

81 Koizumi, Ueda, Nagano 386-1192 Japan

2402 DE

Bearbeitet und herausgegeben von Hioki E.E. Corporation

Gedruckt in Japan

- Inhalte können jederzeit ohne Vorankündigung geändert werden.
- Dieses Dokument enthält urheberrechtlich geschützte Inhalte.
- Es ist verboten, den Inhalt dieses Dokuments ohne Genehmigung zu kopieren, zu vervielfältigen oder zu verändern.
- In diesem Dokument erwähnte Firmennamen, Produktnamen, usw. sind Marken oder eingetragene Marken der entsprechenden Unternehmen.

Nur Europa

- Die EU-Konformitätserklärung kann von unserer Website heruntergeladen werden.
- Kontakt in Europa: HIOKI EUROPE GmbH
Helfmann-Park 2, 65760 Eschborn, Germany hioki@hioki.eu