

# BT4560-50

HIOKI

# BT4560-60

Bedienungsanleitung

## BATTERIEIMPENDANZ MESSGERÄT

## BATTERY IMPEDANCE METER



Neueste Ausgabe der Bedienungsanleitung



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

- |                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| Sicherheitsinformation          | ► p.3  |
| Namen und Funktionen von Teilen | ► p.14 |
| Grundmessung                    | ► p.23 |

- |                                |         |
|--------------------------------|---------|
| Fehlerbehebung                 | ► p.129 |
| Fehlermeldungen und<br>Abhilfe | ► p.133 |

# Inhalt

<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>Prüfen des Packungsinhalts .....</b>	<b>1</b>
<b>Sicherheitsinformation .....</b>	<b>3</b>
<b>Sicherheitsmaßnahmen für den Betrieb .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Übersicht</b>	<b>13</b>
1.1 <b>Produktübersicht und Funktionen.....</b>	<b>13</b>
1.2 <b>Namen und Funktionen von Teilen .....</b>	<b>14</b>
1.3 <b>Bildschirmkonfiguration und Betrieb .....</b>	<b>17</b>
■ <b>Messbildschirm .....</b>	<b>17</b>
■ <b>Einstellungsbildschirm .....</b>	<b>17</b>
1.4 <b>Messungsablauf .....</b>	<b>18</b>
<b>2 Vorbereitung</b>	<b>19</b>
2.1 <b>Anschließen des Netzkabels .....</b>	<b>19</b>
2.2 <b>Anschließen von Messfühler und Temperatursensor (Optional) .....</b>	<b>20</b>
■ <b>Schließen Sie das vierpolige Kabel an das Instrument an .....</b>	<b>20</b>
■ <b>Schließen Sie den Temperatursensor an das Instrument an .....</b>	<b>20</b>
2.3 <b>Ein- und Ausschalten des Instruments.....</b>	<b>21</b>
2.4 <b>Prüfung vor Verwendung .....</b>	<b>21</b>
<b>3 Grundmessung</b>	<b>23</b>
3.1 <b>Auswählen der Messfunktionen ...</b>	<b>23</b>
3.2 <b>Auswählen des Messbereichs .....</b>	<b>24</b>
3.3 <b>Einstellen der Messgeschwindigkeit .....</b>	<b>25</b>
3.4 <b>Einstellen der Messfrequenz.....</b>	<b>26</b>
■ <b>Bei langer Messzeit (Anzeige des Fortschrittsbalkens) .....</b>	<b>27</b>
3.5 <b>Ausführen des Nullabgleichs.....</b>	<b>28</b>
■ <b>Ausführen des Nullabgleichs .....</b>	<b>28</b>
■ <b>Verbindung beim Ausführen des Nullabgleichs .....</b>	<b>31</b>
3.6 <b>Prüfen der Auswertungsergebnisse .....</b>	<b>32</b>
■ <b>Erkennen einer Messabweichung (S.133) ..</b>	<b>32</b>
■ <b>Anzeige bei der Temperaturmessung .....</b>	<b>34</b>
■ <b>Anzeige bei Überschreitung des Messbereichs.....</b>	<b>34</b>
3.7 <b>Grundlegende Messbeispiele .....</b>	<b>35</b>
<b>4 Anpassen der Messbedingungen</b>	<b>39</b>
4.1 <b>Einstellen der Messstartbedingungen (Auslösefunktionen) .....</b>	<b>39</b>
■ <b>Einstellen des Auslösers.....</b>	<b>39</b>
■ <b>Eingabe des externen Auslösers .....</b>	<b>40</b>
4.2 <b>Messstart nach stabiler Antwort des Messobjekts (Abtastverzögerungsfunktion) .....</b>	<b>40</b>
4.3 <b>Beibehalten der Spannungs-Messgenauigkeit (Selbstkalibrierungsfunktion) .....</b>	<b>43</b>
4.4 <b>Stabilisierung der Messwerte (Mittelwertfunktion) .....</b>	<b>44</b>
4.5 <b>Kompensation der aufgrund elektrischer Entladung möglichen Flanke (Flanken-Korrekturfunktion „Slope Correction“) .....</b>	<b>45</b>
4.6 <b>Verhindern von Überladung aufgrund des Messsignals (Spannungsbegrenzungsfunktion) .....</b>	<b>47</b>
4.7 <b>Verhindern von Ladung/ Entladung aufgrund des Messsignals (Messsignal-Nulldurchgangsstopp-Funktion) ..</b>	<b>49</b>
<b>5 Auswertung der Messergebnisse (Komparator-Funktion)</b>	<b>51</b>
5.1 <b>Ein- und Ausschalten der Komparator-Funktion .....</b>	<b>52</b>
5.2 <b>Einstellen des oberen und unteren Grenzwertes .....</b>	<b>53</b>
5.3 <b>Auswertung der Spannung mithilfe des Absolutwerts .....</b>	<b>56</b>
5.4 <b>Prüfen der Auswertung mithilfe von Tonsignalen .....</b>	<b>57</b>
5.5 <b>Prüfen des Auswertungsergebnisses .....</b>	<b>58</b>

<b>6 Speichern und Lesen der Messbedingungen (Panel speichern und laden)</b>	<b>59</b>
6.1 Speichern der Einstellungsbedingungen (Panelspeicherfunktion) .....	60
6.2 Lesen der Einstellungsbedingungen (Panelladefunktion) .....	62
6.3 Löschen von Panelinhalten.....	63
<b>7 Systemeinstellung</b>	<b>65</b>
7.1 Aktivieren und Deaktivieren des Tastenbetriebs .....	65
7.2 Aktivieren und Deaktivieren der Tastentöne .....	67
7.3 Anpassung des Bildschirmkontrastes .....	68
7.4 Anpassung der Hintergrundbeleuchtung .....	69
7.5 Systemtest .....	70
7.6 Bestätigen der Instrumenteninformation.....	75
7.7 Zurücksetzen (Reset) .....	76
■ Tabelle mit Anfangseinstellungen .....	78
<b>8 Externe Steuerung (EXT.I/O)</b>	<b>81</b>
8.1 Externe Eingangs-/Ausgangs-Anschlüsse und Signale.....	82
■ Austauschen von Stromsenke (NPN) / und Stromquelle (PNP).....	82
■ Ausrichten von Steckverbinder und Signalen.....	82
■ Funktionen der einzelnen Signale .....	84
8.2 Ablaufdiagramm .....	86
■ Erhebung der Auswertungsergebnisse nach Messstart .....	86
■ Zeitsteuerung für Nullabgleich .....	89
■ Zeitsteuerung für Selbstkalibrierung .....	89
■ Zeitsteuerung für Panelladevorgang.....	91
■ Status des Ausgangssignals bei Einschalten des Stroms .....	91
■ Verlauf mit externem Auslöser und Einbindung von Werten .....	92
8.3 Interner Schaltkreis.....	93
■ Elektrische Spezifikationen.....	94
■ Anschlussbeispiele .....	95
<b>8.4 Prüfen der externen Steuerung ....</b>	<b>96</b>
■ Testen der Ein-/Ausgänge (EXT.I/O-Testfunktionen).....	96
<b>9 Kommunikation (RS-232C, USB, LAN)</b>	<b>97</b>
9.1 Funktionen der Schnittstelle .....	97
■ Spezifikationen .....	97
9.2 Anschluss- und Einstellungsmethode .....	99
■ Auswählen einer Schnittstelle.....	99
■ Verwendung der USB-Schnittstelle.....	100
■ Verwendung des RS-232C-Kabels .....	101
■ Einstellen der Übertragungsgeschwindigkeit (Üblich für USB, RS-232C) .....	102
■ Verwendung der LAN-Schnittstelle .....	103
■ Einstellen der LAN-Kommunikation .....	104
■ Ausgeben der Messwerte nach Abschluss der Messung.....	107
9.3 Kommunikationssteuerung und Datenerhebung .....	108
■ Fernbedienungsstatus/Lokaler Status .....	108
<b>10 Spezifikationen</b>	<b>109</b>
10.1 Spezifikationen von Messfunktionen .....	109
10.2 Zusatzfunktion .....	112
10.3 Benutzerschnittstelle .....	119
10.4 Externe Schnittstelle .....	119
10.5 Genauigkeit .....	122
10.6 Allgemeine Spezifikationen.....	127
■ Normen .....	128
■ Zubehör .....	128
■ Optionen .....	128
<b>11 Instandhaltung und Wartung</b>	<b>129</b>
11.1 Fehlerbehebung .....	129
■ F&A (Häufige Fragen) .....	129
■ Fehlermeldungen und Abhilfe .....	133
11.2 Inspektion, Reparatur und Reinigung .....	135
11.3 Entpacken des Instruments .....	136
■ Entsorgen der Lithium-Batterie .....	136

## Anhang A1 11

Anhang. 1	Messparameter und Berechnungsformeln .....	A1
Anhang. 2	Vierpolige Paarmethode .....	A2
Anhang. 3	Vorsichtsmaßnahmen bei der Herstellung eines eigenen Messfühlers .....	A4
Anhang. 4	Aufbau und Verlängerung von Messfühlern .....	A6
Anhang. 5	Messwert bei der vierpoligen Messung (Anderer Messwert durch Messfühler) .....	A7
Anhang. 6	Einfluss von Wirbelströmen .....	A8
Anhang. 7	Nullabgleich.....	A8
Anhang. 8	Messfühler (Option) .....	A12
Anhang. 9	Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit der Schalteinheit.....	A13
Anhang. 10	Vorsichtsmaßnahmen bei der Batteriemessung ..	A15
Anhang. 11	Kalibrierung des Instruments.....	A18
Anhang. 12	Rahmenmontage .....	A20
Anhang. 13	Abmessungsschaubild.....	A22
Anhang. 14	Erstellen von Cole-Cole-Diagrammen mit PC-Anwendungssoftware.	A24
Anhang. 15	Lizenzinformationen .....	A25

## Index 6

## Index1 7

8

9

10

Anhang

Index



# Einleitung

Vielen Dank, dass Sie sich für das BT4560-50 • BT4560-60 Batterieimpedanzmessgerät 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.

## Informationen zur Download-Seite

Einzelheiten zur Produktanwendung, die Aktualisierungsdatei für das Instrument und die Bedienungsanleitung finden Sie auf der Website von Hioki:

<https://cloud.gennect.net/dl>



Eine ISO-Datei ist eine Image-Datei einer CD oder DVD. Wenn sie doppelt angeklickt wird, wird sie als Laufwerk erkannt und kann verwendet werden.

## Produktregistrierung

Registrieren Sie Ihr Produkt, um wichtige Produktinformationen zu erhalten.

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



Bitte lesen Sie Ihrer Anwendung entsprechend die folgenden Bedienungsanleitungen.

Name der Bedienungsanleitung	Format
Bedienungsanleitung (diese Anleitung)	Papierform
Kommunikationsbefehl-Bedienungsanleitung	PDF (Download)

## Markenzeichen

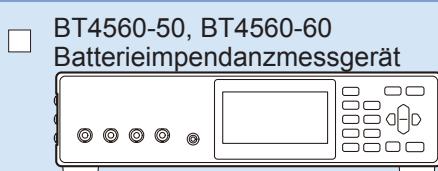
Excel, Microsoft Edge und Windows sind Handelsmarken der Microsoft-Unternehmensgruppe.

# 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.

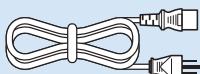
Überprüfen Sie, dass die folgenden Teile in der Packung enthalten sind.



Lineal für Nullabgleich



Netzkabel



Bedienungsanleitung

Bitte besuchen Sie die Website von Hioki, um nach Versionen in anderen Sprachen zu suchen.



USB-Kabel (Typ A-B)



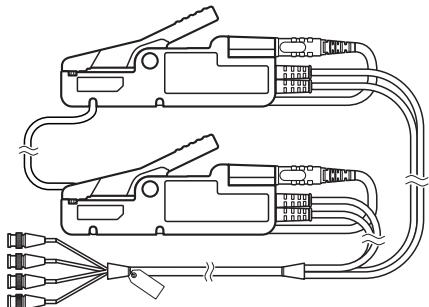
Der USB-Treiber, die Anwendungssoftware und die Kommunikationsbefehl-Bedienungsanleitung können von der Website von Hioki heruntergeladen werden.

Siehe „Informationen zur Download-Seite“ (S. 1).

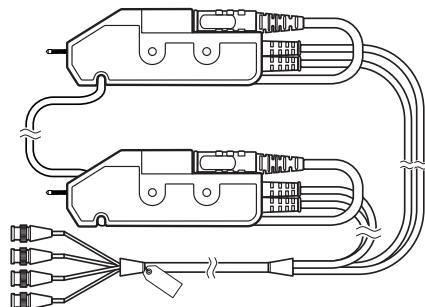
## Optionen (S.A12)

Für das Instrument ist das folgende optionale Zubehör erhältlich. Zum Bestellen wenden Sie sich bitte an Ihren autorisierten Hioki-Händler oder Großhändler. Das optionale Zubehör kann geändert werden. Sie finden die neuesten Informationen auf Hiokis Website.

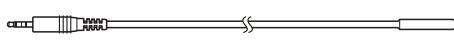
- L2002 Messfühler mit Klemmen



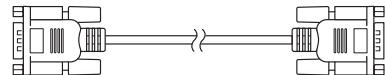
- L2003 Messfühler mit Stiften



- Z2005 Temperatursensor



- 9637 RS-232C-Kabel (9-polig-9-polig/1,8 m)



- 9642 LAN-Kabel (Stecker für Konvertierung von geradem Kabel zu gekreuztem Kabel enthalten, 5 m)

- SW1001 Switch Mainframe

(SW9002 Multiplexer-Modul und L2004  
Verbindungsleitung sind separat erforderlich)

- SW1002 Switch Mainframe

(SW9002 Multiplexer-Modul und L2004  
Verbindungsleitung sind separat erforderlich)

# Sicherheitsinformation

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.**

## Kennzeichnung

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

<b>⚠ GEFAHR</b>	Kennzeichnet eine unmittelbare Gefahrensituation, die ein schweres Verletzungsrisiko oder Lebensgefahr für das Bedienpersonal darstellt.
<b>⚠ WARNUNG</b>	Kennzeichnet eine potenzielle Gefahrensituation, die ein schweres Verletzungsrisiko oder Lebensgefahr für das Bedienpersonal darstellen kann.
<b>⚠ VORSICHT</b>	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.
<b>WICHTIG</b>	Kennzeichnet eine Information bezüglich der Bedienung des Instruments oder Wartungsaufgaben, mit denen das Bedienpersonal vertraut sein muss.
	Kennzeichnet eine Hochspannungsgefahr. Das Auslassen bestimmter Sicherheitsprüfungen oder die Fehlbedienung des Instruments können Gefahrensituationen verursachen. Es besteht das Risiko von Stromschlägen, Verbrennungen oder sogar Lebensgefahr.
	Kennzeichnet Verbote.
	Kennzeichnet eine Handlung, die durchgeführt werden muss.
<b>*</b>	Verweist auf im Folgenden aufgeführte Informationen.
<b>[ ]</b>	Einstellungselemente und Bezeichnungen auf dem Bildschirm werden durch eckige Klammern <b>[ ]</b> gekennzeichnet.
<b>SET</b> (Fettdruck)	Fett gedruckter Text kennzeichnet Bedientasten.

## Symbole an dem Instrument

	Kennzeichnet Warnhinweise und Gefahren. Wenn dieses Symbol auf das Instrument aufgedruckt ist, beachten Sie das entsprechende Thema in der Bedienungsanweisung.
	Kennzeichnet die EIN-Seite des Netzschalters.
	Kennzeichnet die AUS-Seite des Netzschalters.
	Kennzeichnet eine Masseklemme.
	Kennzeichnet Gleichstrom (DC).
	Kennzeichnet Wechselstrom (AC).

## Symbole für verschiedene Normen

	Kennzeichnet die Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE-Richtlinie) in EU-Mitgliedsländern.
	Kennzeichnet, dass das Produkt die durch EU-Richtlinien auferlegten Normen erfüllt.

## Genauigkeit

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

<b>rdg.</b>	(Anzeigewert oder angezeigter Wert) Der aktuell gemessene und auf dem Messinstrument angezeigte Wert.
<b>dgt.</b>	(Auflösung) Die kleinste anzeigbare Einheit auf einem Messinstrument, also der Eingangswert, bei dem auf der digitalen Anzeige eine „1“ als kleinste aussagefähige Einheit angezeigt wird.

## Messkategorien

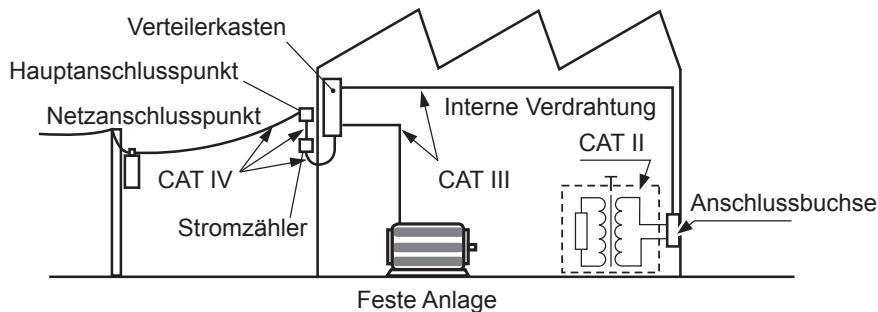
Um den sicheren Betrieb von Messinstrumenten zu gewährleisten, werden in IEC 61010 Sicherheitsnormen für unterschiedliche elektrische Umgebungen, die in die als Messkategorien bezeichneten Kategorien CAT II bis CAT IV aufgeteilt wurden, aufgestellt.

### ⚠ GEFAHR



- Ein Messinstrument in einer Umgebung zu verwenden, die einer höheren Kategorie zugeordnet ist als diejenige, für die das Instrument ausgelegt ist, könnte schwere Unfälle verursachen und ist sorgfältig zu vermeiden.
- Ein nicht kategorisiertes Messinstrument in einer mit den Kategorien CAT II bis CAT IV klassifizierten Umgebung zu verwenden, könnte schwere Unfälle verursachen und ist sorgfältig zu vermeiden.

- CAT II: Direkte Messungen an den elektrischen Anschlussbuchsen des Primärstromkreises von Geräten, die über ein Netzkabel mit einer elektrischen Wechselstromanschlussbuchse verbunden sind (Handwerkzeuge, Haushaltsgeräte usw.).
- CAT III: Messungen an dem Primärstromkreis von schweren Geräten (festen Anlagen), die direkt mit dem Verteilerkasten verbunden sind, und Zuleitungen vom Verteilerkasten zu Anschlussbuchsen.
- CAT IV: Messungen des Stromkreises zwischen Netzanschlusspunkt und Hauptanschlusspunkt, zum Leistungsmessgerät und dem primären Überstromschutz (Verteilerkasten).



## Sicherheitsmaßnahmen für den Betrieb

Halten Sie diese Sicherheitsmaßnahmen ein, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten und die verschiedenen Funktionen des Instruments optimal nutzen zu können. Die Verwendung des Instruments sollte nicht nur seinen Spezifikationen entsprechen, sondern auch den Spezifikationen aller Zubehörteile, Optionen und anderer verwendeter Geräte.

### GEFAHR



**Dieses Instrument führt elektrischen Strom von maximal 1,5 A an das Messobjekt. Messen Sie nicht die Primärbatterie. Dies kann Schäden am Messobjekt verursachen.**



**Aufgrund von Überladung/Überentladung der Batterie können Entzündungen oder Schäden verursacht werden. Überwachen und steuern Sie die Batteriespannung während einer Messung.**

### WARNUNG

**Bei Schäden am Messfühler oder am Instrument besteht die Gefahr eines elektrischen Schlags. Unterziehen Sie das Instrument vor der Nutzung der folgenden Inspektion.**



- Prüfen Sie vor Nutzung des Instruments, dass die Ummantelung der Messfühler nicht beschädigt oder gerissen ist und keine Metallteile der Prüfleitung offen liegen. Bei Einsatz des Instruments unter derartigen Bedingungen besteht die Gefahr eines tödlichen elektrischen Schlags. Tauschen Sie die Messfühler gegen von unserem Unternehmen empfohlene Ersatzteile aus.**
- Vor dem ersten Einsatz des Instruments sollten Sie es auf normale Funktionsfähigkeit prüfen, um sicherzustellen, dass keine Schäden während der Lagerung oder während des Transports aufgetreten sind. Wenn Sie eine Beschädigung bemerken, wenden Sie sich an Ihren Hioki Händler oder Großhändler.**

## Installation des Instruments

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

Angaben zu Betriebstemperatur und Luftfeuchtigkeit finden sich in den Spezifikationen S. 127.

### WARNUNG



- 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**
- Nähe zu Induktionsheizsystemen (z. B. Hochfrequenzinduktionsheizungen oder Induktionskochfelder)**
- Vibrationsgefährdung**

## Montage

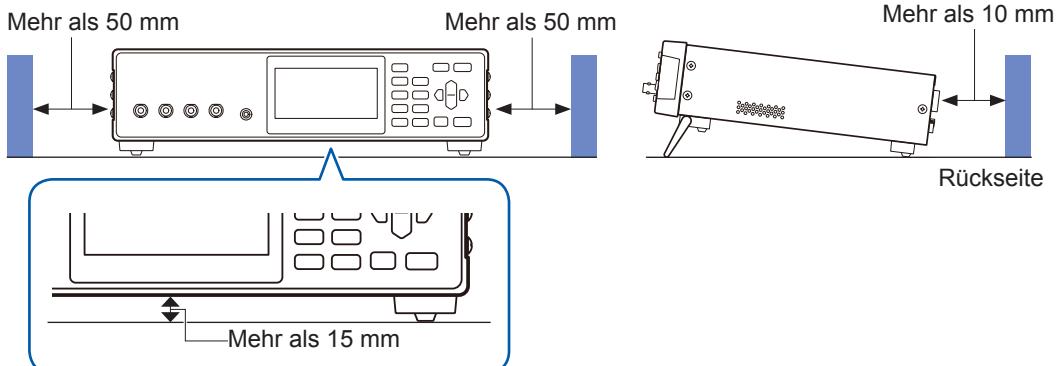
Achten Sie zur Vermeidung von Überhitzung des Instruments darauf, die angebenden Abstände um das Instrument herum einzuhalten.

### ⚠ VORSICHT



- Achten Sie beim Aufstellen des Instruments darauf, dass es mit der Unterseite auf dem Boden steht.
- An den Seiten, der Unterseite und der Rückwand des Instruments befinden sich Lüftungsöffnungen für Wärmestrahlung. Stellen Sie das Instrument so auf, dass ausreichend Abstand zwischen den Lüftungsöffnungen und anderen Gegenständen besteht und die Lüftungsöffnungen nicht blockiert sind. Wenn das Instrument so aufgestellt wird, dass die Lüftungsöffnungen blockiert sind, kann dies Fehlfunktionen oder Brände zur Folge haben.

Durch das Entfernen des Netzkabels wird das Instrument nicht mehr mit Strom versorgt. Achten Sie darauf, dass Sie in einem Notfall ungehindert zum Netzkabel gelangen können, um dieses sofort zu entfernen.



„Aufklappen/Einklappen des Standfußes“ (S. 15)

## Handhabung des Instruments

### ⚠ GEFAHR



Um Stromschläge zu vermeiden, entfernen Sie nicht das Gehäuse des Instruments. Die Komponenten im Inneren des Instruments führen hohe Spannungen und können während des Betriebs hohe Temperaturen entwickeln.

### ⚠ VORSICHT



- Das Instrument nicht auf unsicher stehenden Tischen oder geneigten Orten aufstellen. Fallenlassen oder Umstoßen des Instruments kann zu Verletzungen oder zur Beschädigung des Instruments führen.
- Um Schäden am Instrument zu vermeiden, schützen Sie es bei Transport und Handhabung vor Erschütterungen. Achten Sie besonders darauf, Erschütterungen durch Fallenlassen zu vermeiden.

Dieses Instrument entspricht EN 61326 Klasse A. Dieses Instrument kann bei Verwendung in Wohngebieten Störungen verursachen. Daher müssen für die Verwendung in Wohngebieten spezielle Maßnahmen ergriffen werden, um Interferenzen mit Radio- und TV-Signalen zu vermeiden.

## Vor dem Anschließen des Netzkabels

### **WARNUNG**



- Vor dem Einschalten des Instruments stellen Sie sicher, dass die Versorgungsspannung der auf dem Netzteil des Instruments angegebenen Spannung entspricht. Das Verbinden mit einer falschen Versorgungsspannung kann zu Schäden am Instrument führen und eine elektrische Gefahr darstellen.
- Um Elektrounfälle zu vermeiden und die Sicherheitsspezifikationen des Instruments einzuhalten, schließen Sie das mitgelieferte Netzteil nur an 3-Kontakt-Steckdosen (mit zwei Leitern und einer Erdung) an.

### **VORSICHT**



- Um Schäden am Netzkabel zu vermeiden, greifen Sie es am Stecker und nicht am Kabel, um es aus der Steckdose zu ziehen.
- Vermeiden Sie die Verwendung einer unterbrechungsfreien Stromversorgung (UPS) oder eines DC/AC-Inverters mit Rechteckschwingung oder Pseudo-Sinuswelle, um das Instrument mit Strom zu versorgen. Dies kann Schäden am Instrument verursachen.

### **WICHTIG**

- Vor dem Entfernen des Netzkabels schalten Sie das Instrument aus.
- Verwenden Sie nur die das spezifizierte Netzkabel. Durch die Verwendung eines anderen Kabels kann es aufgrund einer schlechten Verbindung oder aus anderen Gründen zu fehlerhaften Messungen kommen.

## Vor dem Verbinden des Messfühlers/Temperatursensors

### **GEFAHR**



- Um elektrische Gefahren und Schäden am Instrument zu vermeiden, legen Sie keine Spannung an den Eingangsanschlüssen an, die den maximalen Nennwert überschreitet.
- Die maximale Nennspannung gegen Erde des SOURCE-H- und SENSE-H-Anschlusses beträgt  $\pm 5$  V DC. Die maximale Nennspannung gegen Erde des SOURCE-L- und SENSE-L-Anschlusses beträgt 0 V DC. Der Versuch, Spannungen zu messen, die diese Grenze in Bezug auf die Masse überschreiten, könnte das Instrument beschädigen und zu Verletzungen führen. (Führen Sie keine Spannung gegen Erde, da SOURCE-L- und SENSE-L-Anschluss im internen Stromkreis über eine Pseudo-Erdung verfügen.)
- Um Stromschläge zu vermeiden, achten Sie darauf, mit den Messfühlern keine stromführenden Leitungen kurz zu schließen.
- Zur Vermeidung von Stromschlägen überschreiten Sie niemals den Nennwert, der entweder auf dem Instrument oder der jeweiligen Messsonde angegeben ist, je nachdem welcher schlechter ist.

### **WARNUNG**



- Um Verletzungen oder Schäden am Instrument zu vermeiden, versuchen Sie nicht, Wechselspannungen oder Gleichspannungen über 5 V DC zu messen.

## ⚠ VORSICHT



- Um Schäden am Instrument zu vermeiden, legen Sie keine Spannung oder Strom an den Temperatursensor-Anschluss an.
  - Um Kabelschäden zu verhindern, treten Sie nicht auf die Kabel und klemmen Sie sie nicht zwischen anderen Gegenständen ein. Verbiegen Sie keine Kabel und ziehen Sie nicht daran.
  - Der im Temperatursensor verwendete Sensor besteht aus einer dünnen, präzisen Platinenschicht. Beachten Sie, dass starke Spannungsimpulse oder statische Entladung die Schicht beschädigen können.
  - Schützen Sie die Spitze des Temperatursensors vor Erschütterungen und achten Sie darauf, dass keine Verbiegungen im Sensor auftreten. Dadurch kann es zu Schäden am Messfühler oder Kabelbruch kommen.
  - Beim Messen hoher Temperaturen darf der Temperatursensor nicht für Bereiche verwendet werden, die oberhalb des spezifizierten Temperaturbereichs liegen.
- 
- Achten Sie beim Trennen des BNC-Steckverbinders darauf, vor dem Abziehen des Steckverbinders die Verriegelung zu lösen. Das gewaltsame Ziehen an dem Steckverinder ohne Lösen der Verriegelung oder das Ziehen an dem Kabel kann den Steckverbindern beschädigen.



### Lösen der Sperre

1



2



Verwenden Sie nur die spezifizierten Messfühler und Temperatursensoren. Durch die Verwendung eines anderen Messfühlers oder Temperatursensors kann es aufgrund einer schlechten Verbindung oder aus anderen Gründen zu fehlerhaften Messungen kommen.

### Vor dem Anschließen des Kommunikationskabels



## ⚠ WARNUNG

- Vor dem Anschließen und Trennen eines Schnittstellensteckverbinders schalten Sie immer beide Geräte aus. Andernfalls kann es zu Unfällen durch Stromschläge kommen.**
- Ziehen Sie nach dem Anschließen unbedingt die Schrauben an. Wenn die Verbindungsschrauben nicht gut angezogen werden, funktioniert das Eingangsmodul möglicherweise nicht gemäß den Spezifikationen oder funktioniert gar nicht.**
- Um Stromschläge und Schäden am Instrument zu vermeiden, beachten Sie immer die folgenden Vorsichtsmaßnahmen beim Herstellen von Verbindungen mit den Steckverbindern.**
- Achten Sie unbedingt darauf, die Nennwerte der Steckverbinder nicht zu überschreiten.**
- Ein Draht, der sich während des Betriebs löst und mit einem anderen leitfähigen Objekt in Kontakt kommt, kann eine große Gefahr darstellen. Verwenden Sie Schrauben zum Sichern des RS-232C.**

## **⚠ VORSICHT**

- USB-, RS-232C und LAN-Kabel sind nicht gegen Erde isoliert. Die Erdung des Instruments und der Steuerung muss als gemeinsame Erdung verdrahtet sein. Verschiedene Erdungen können einen Spannungspotentialunterschied zwischen den GNDs des Instruments und der Steuerung verursachen. Bei bestehendem Spannungspotentialunterschied kann das Anschließen des Kommunikationskabels Fehlfunktionen und/oder Ausfälle verursachen.  
Wenn verschiedene Erdungen erforderlich sind, müssen alle angeschlossenen Instrumente und Geräte isoliert sein.
- Um Schäden zu verhindern trennen Sie nicht das Kommunikationskabel, während das Instrument Daten sendet oder empfängt.
- Verwenden Sie eine gemeinsame Erdung für das Instrument und den Computer. Die Verwendung unterschiedlicher Erdungsstromkreise führt zu einer Potentialdifferenz zwischen der Erdung des Instruments und der Erdung des Computers. Falls das Kommunikationskabel angeschlossen wird, während eine solche Potentialdifferenz besteht, kann dies zu einem Gerätefehler oder -ausfall führen.
- Schalten Sie stets das Instrument und den Computer aus, bevor Sie ein Kommunikationskabel anschließen oder trennen. Es könnte ansonsten zu Gerätefehlern oder Schäden kommen.
- Ziehen Sie nach dem Anschließen des Kommunikationskabels die Schrauben an dem Steckverbinde an. Wenn der Steckverbinde nicht befestigt wird, könnte es zu Gerätefehlern oder Schäden kommen.



### **Vor dem Austauschen von Stromsenke (NPN) und Stromquelle (PNP)**

## **⚠ VORSICHT**



Bei eingeschaltetem Instrument darf der EXT.I/O-Modus-Wechselschalter (NPN/PNP) nicht bedient werden.



Richten Sie die Einstellung des NPN/PNP nach extern angeschlossenen Geräten aus.

### **Vor dem Anschließen der EXT.I/O-Anschlüsse**

## **⚠ WARNUNG**



- Der EXT.I/O-Ausgang des Instruments kann nicht mit externem Strom versorgt werden. Schließen Sie das Instrument nicht an eine externe Stromversorgung an. (Der ISO\_5V-Anschluss des EXT I/O-Steckverbinder ist ein 5 V (NPN)/-5 V (PNP)-Stromausgang.)

Um Stromschläge und Schäden am Instrument zu vermeiden, beachten Sie immer die folgenden Vorsichtsmaßnahmen beim Herstellen von Verbindungen mit dem Steckverbinde.



- Vor dem Verbinden schalten Sie den Hauptnetzschalter des Instruments und die anzuschließenden Geräte immer aus.
- Achten Sie sorgfältig darauf, die für die EXT.I/O-Anschlüsse angegebenen Werte nicht zu überschreiten. (S.120)

Ein Draht, der sich während des Betriebs löst und mit einem anderen leitfähigen Objekt in Kontakt kommt, kann eine große Gefahr darstellen. Verwenden Sie Schrauben zur Befestigung externer Steckverbinder.

## Vorsichtsmaßnahmen beim Transport

Beachten Sie beim Transport des Instruments folgende Hinweise.  
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.



## 1.1 Produktübersicht und Funktionen

Das BT4560 ist ein Impedanzmessgerät mit variabler Frequenz.

Dieses Instrument ist mit einem hochpräzisen Voltmeter und einer Temperaturmessfunktion ausgestattet und eignet sich hervorragend zur Qualitätsprüfung bei Batterien.

Dieses Instrument verfügt über eine Schaltungsanordnung mit hoher Störfestigkeit und liefert so selbst in Produktionsstätten stabile Messergebnisse.

### Was kann das Instrument BT4560 messen?

- Das Instrument misst die interne Impedanz einer Batterie mithilfe der vierpoligen Wechselstrommethode.  
(Frequenz: 0,01 Hz bis 1050 Hz oder 0,01 Hz bis 10 kHz, Mindestauflösung: 0,1  $\mu\Omega$ )
- Dieses Instrument misst gleichzeitig auch die Gleichspannung (d.h. die elektromotorische Kraft der Batterie).  
(Auflösung: 10  $\mu$ V, Messgenauigkeit:  $\pm 0,0035\%$  rdg.  $\pm 5$  dgt.)
- Zusätzlich können für die Batterieprüfung wichtige Temperaturmessungen durchgeführt werden. (Temperatur-Messgenauigkeit:  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ )

### Was ist der Unterschied zwischen dem Instrument BT4560 und den vorhandenen Batterieimpedanzinstrumenten?

- Das Instrument ist einfach aufgebaut und benötigt kein Ladegerät. Eine Systemkonfiguration ist nicht nötig.
- Es handelt sich um ein Kompaktgerät, das Messungen ohne andere Instrumente oder Geräte ausführen kann.

### Kann das Instrument BT4560 an Fertigungslinien oder Produktionsstätten verwendet werden?

- Die optionalen Messfühler können, je nach Einsatzort, auf bis zu 4 m verlängert werden.
- Mit einer Messkonfiguration, die von externen Störungen und Kontaktwiderstand nicht beeinträchtigt wird, können hochpräzise Messergebnisse erzielt werden.
- Mit der eingebauten Komparator-Funktion können Qualitätsprüfungen bei Batterien durchgeführt werden.
- PLC-Steuerung über EXT. I/O ist möglich.

### Kann das Instrument BT4560 den internen Batteriewiderstand analysieren?

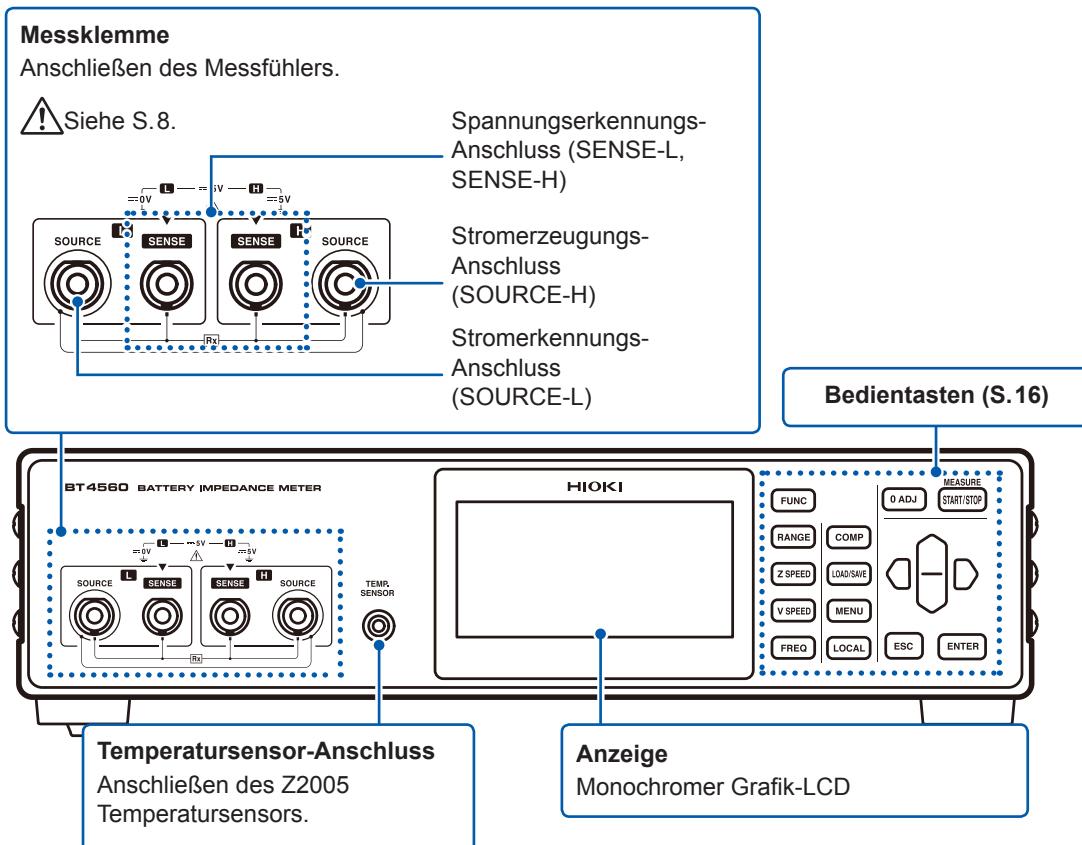
- Mit der mitgelieferten Anwendungssoftware, die auf einem an das Gerät angeschlossenen PC installiert ist, kann die interne Impedanz mit einer Messfrequenz zwischen 0,01 Hz und 1050 Hz oder zwischen 0,01 Hz und 10 kHz zu den gewünschten Zeitpunkten kontinuierlich gemessen werden.
- Das Instrument kann auch Cole-Cole-Diagramme erstellen\*. (Verwendet Anwendungssoftware.) Siehe „Anhang. 14 Erstellen von Cole-Cole-Diagrammen mit PC-Anwendungssoftware“ (S. A24)

\* Das Cole-Cole-Diagramm ist eine Darstellung der Frequenzeigenschaften der Batterieimpedanz, wobei die horizontale Achse den realen Teil, und die vertikale Achse den gedachten Teil der Impedanz abbildet. Dieses Diagramm dient der Bestimmung des internen Batteriewiderstands.

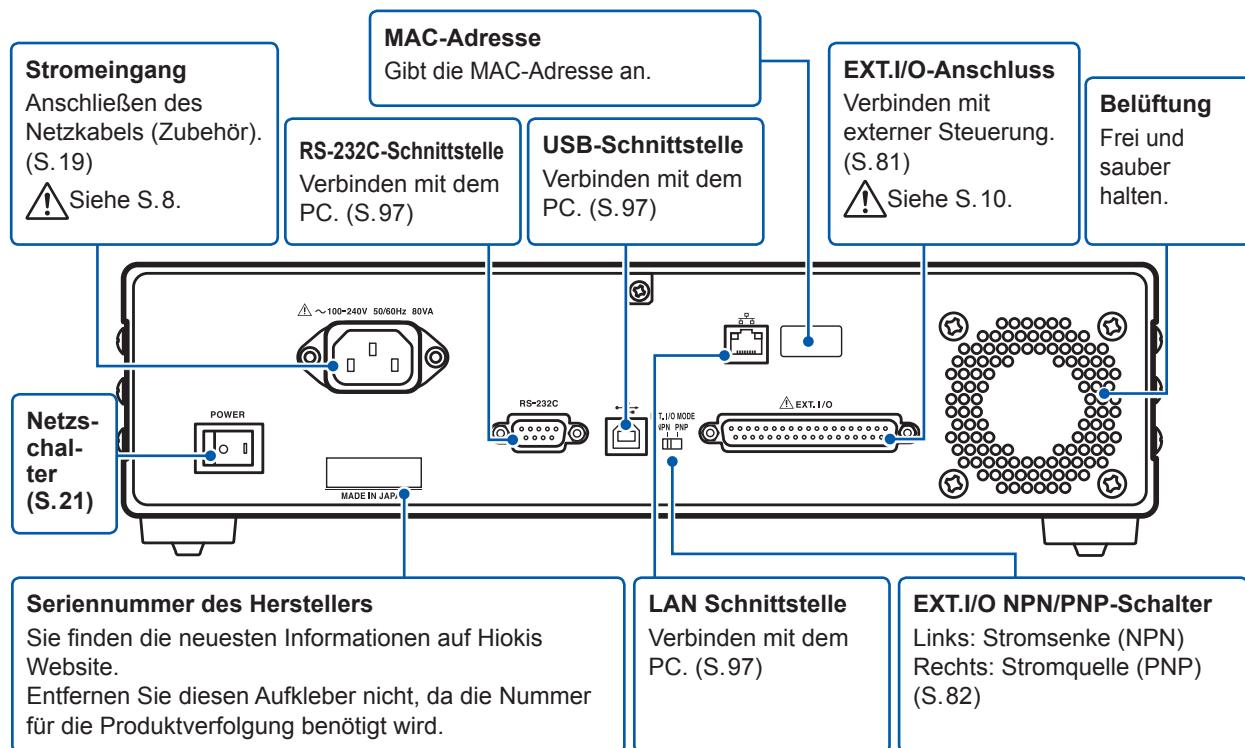
## 1.2 Namen und Funktionen von Teilen

### Vorderseite

Die Abbildung zeigt den BT4560-50.



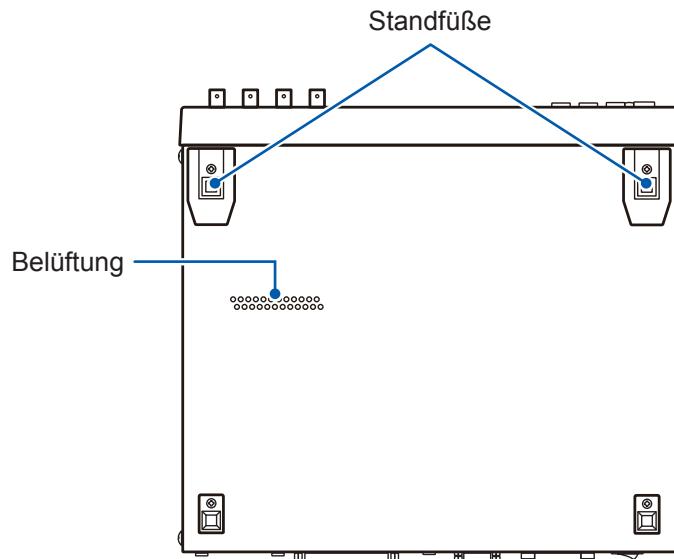
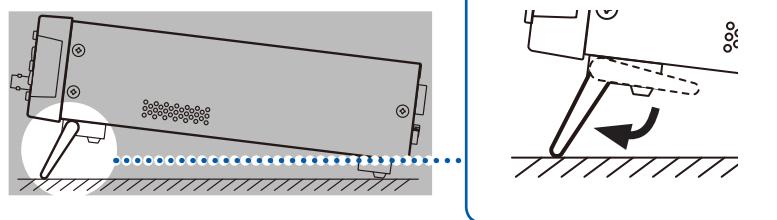
### Rückseite



**Bodenplatte**

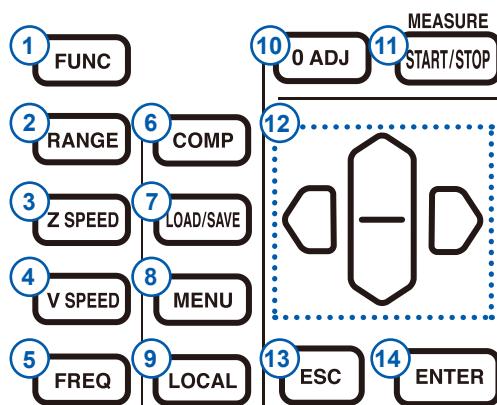
1

Übersicht

**Seite****Aufklappen/Einklappen des Standfußes****! VORSICHT**

Drücken Sie das Instrument nicht stark nach unten, wenn der Standfuß aufgestellt ist.  
Ansonsten könnte der Standfuß beschädigt werden.

## Bedientasten



	Taste	Beschreibung
1	FUNC	Auswahl der Messfunktion (Kombination von Spannungs- und Impedanzmessung).
2	RANGE	Einstellung des Messbereichs.
3	Z SPEED	Einstellung der Impedanz-Messgeschwindigkeit.
4	V SPEED	Einstellung der Spannungs-Messgeschwindigkeit.
5	FREQ	Einstellung der Impedanz-Messfrequenz.
6	COMP	Einstellung des Netzschalters auf ON-OFF und Einstellung der oberen bzw. unteren Grenzwerte etc. des Komparators.
7	LOAD/SAVE	Speichern und Lesen der Messbedingungen.
8	MENU	Einstellung der einzelnen Funktionen (Auslöser, Abtastverzögerung, Selbstkalibrierung etc.).
9	LOCAL	Aufheben des Fernbedienungsstatus und Aktivieren des Tastenbetriebs.
10	0 ADJ	Ausführen des Nullabgleichs.
11	MEASURE START/STOP	Starten und Stoppen der Messung.
12	(Icon: Dreieck mit horizontaler Linie)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verschieben von Einstellungselementen und Zeichen.</li> <li>Änderung numerischer Werte.</li> </ul>
13	ESC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beenden der vorgenommenen Einstellungen.</li> <li>Löschen einer Bildschirmnachricht.</li> </ul>
14	ENTER	Bestätigen der Einstellung.

## 1.3 Bildschirmkonfiguration und Betrieb

Das Instrument wird über den Messbildschirm und die einzelnen Einstellungsbildschirme konfiguriert.

### Messbildschirm

EXT	10mΩ	Z-SLOW	V: SLOW			
<b>R</b>	<b>9.2466</b>	<b>mΩ</b>				
<b>X</b>	<b>-0.7467</b>	<b>mΩ</b>				
<b>V</b>	<b>3.58888</b>	<b>V</b>	<b>1000Hz</b>			

### Einstellungsbildschirm

#### FREQ Frequenzeinstellungsbildschirm

FREQUENCY	
<b>1000.00 Hz</b>	

#### COMP Komparatoreinstellungsbildschirm

COMP SYST	
Hi	Lo
<b>R</b> CLR	---
<b>X</b> CLR	---
<b>V</b> CLR	---
EXIT	

#### LOAD/SAVE Panellade-/Panelspeicherfunktion

LOAD/SAVE	
001	-----
002	-----
003 (R,X,V)	1000Hz 10mΩ
004	-----
005	-----
<b>[ -5 &lt;&lt; ]</b>	<b>[ &gt;&gt; +5 ]</b>
EXIT	

#### MENU Menüeinstellungsbildschirm

MEAS SYST TEST INFO	
SAMPLING DELAY	1.0 waves
AVERAGE	1
TRIGGER SOURCE	EXT
V SELF CALIBRATION	MANUAL
ZERO CROSS STOP	ON
SLOPE CORRECTION	OFF
VOLTAGE LIMIT	OFF
EXIT	

#### 0 ADJ Einstellungsbildschirm für Nullabgleich

0 ADJUST	
<b>ON</b>	<b>OFF</b>

Bei Auswahl von [EXIT] kehrt die Anzeige zum Messbildschirm zurück.

COMP SYST	
Hi	Lo
<b>R</b> CLR	---
<b>X</b> CLR	---
<b>V</b> CLR	---
EXIT	

Bei Auswahl von [EXIT] kehrt die Anzeige zum Messbildschirm zurück.

LOAD/SAVE	
001	-----
002	-----
003 (R,X,V)	1000Hz 10mΩ
004	-----
005	-----
<b>[ -5 &lt;&lt; ]</b>	<b>[ &gt;&gt; +5 ]</b>
EXIT	

Bei Auswahl von [EXIT] kehrt die Anzeige zum Messbildschirm zurück.

MEAS SYST TEST INFO	
SAMPLING DELAY	1.0 waves
AVERAGE	1
TRIGGER SOURCE	EXT
V SELF CALIBRATION	MANUAL
ZERO CROSS STOP	ON
SLOPE CORRECTION	OFF
VOLTAGE LIMIT	OFF
EXIT	

## 1.4 Messungsablauf

Vor der Verwendung des Instruments lesen Sie unbedingt den Abschnitt „Sicherheitsmaßnahmen für den Betrieb“ (S. 6).

### Installieren, Anschließen und Einschalten

#### Installieren (S.7).

#### Schließen Sie das Netzkabel an (S.19).

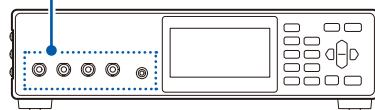
#### Schließen Sie Messfühler und Temperatursensor an (S.20).

#### Schließen Sie die externe Schnittstelle an (je nach Bedarf).

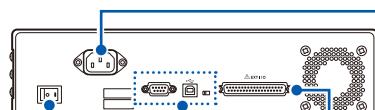
- Verwenden Sie EXT. I/O (S.82).
- Ermöglichen Sie die Kommunikation mit dem Computer über USB oder RS-232C (S.97).

#### Schalten Sie das Instrument ein (S.21).

Schließen Sie Messfühler und Temperatursensor an (S.20).



Schließen Sie das Netzkabel an (S.19).



Schalten Sie das Instrument ein (S.21).

Verwenden Sie EXT. I/O (S.81).

Ermöglichen Sie die Kommunikation mit dem Computer über USB oder RS-232C (S.97).

### Einstellen des Instruments (S.23)

#### Stellen Sie die Messbedingungen ein (je nach Bedarf).

- Grundeinstellung (S.23)
- Einstellen der Grundbedingungen für die Anpassung (S.39)
- Einstellen systembezogener Elemente (S.65)
- Tabelle mit Anfangseinstellungen (S.78)

### Ausführen des Nullabgleichs

#### Schließen Sie die Messfühler mit dem Lineal für Nullabgleich kurz (S.28).

#### Führen Sie den Nullabgleich aus (S.28).

### Starten der Messung

#### Schließen Sie den Messfühler an das Messobjekt an.

(Wenn Sie den EXT-Auslöser verwenden möchten, starten Sie die Messung durch Drücken der **START/STOP**-Taste.)

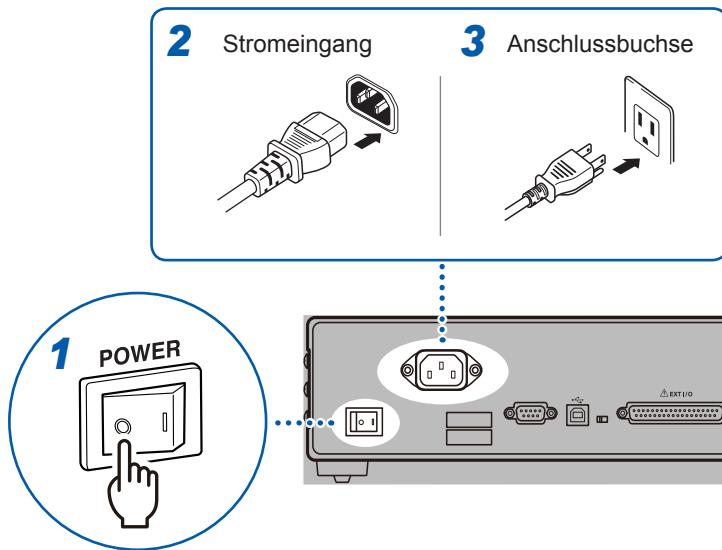
#### Prüfen Sie die Messwerte.

### Beenden

#### Schalten Sie das Instrument aus (S.21).

## 2 Vorbereitung

### 2.1 Anschließen des Netzkabels



**1** Prüfen Sie, ob der Netzschalter des Instruments (hinten) auf OFF steht (○).

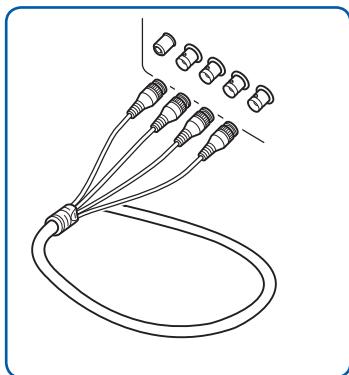
**2** Prüfen Sie, ob die Stromspannung im hinten angegebenen Bereich liegt und schließen Sie dann das Netzkabel an den Stromeingang an.

**3** Verbinden Sie den Stecker des Netzkabels mit einer Anschlussbuchse.

## 2.2 Anschließen von Messfühler und Temperatursensor (Optional)

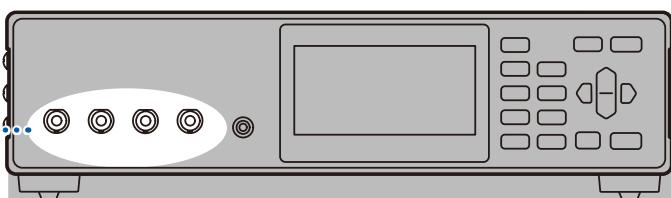
Messfühler und Temperatursensor sind optionales Zubehör. (S.A12)

### Schließen Sie das vierpolige Kabel an das Instrument an



Verbinden Sie die SENSE- und SOURCE-Steckverbinder der Stromzange mit den Messklemmen mit der gleichen Angabe am Instrument. (S.14)

Schwarze Kabel - Klemmen auf der L-Seite des Instruments  
Rote Kabel - Klemmen auf der H-Seite des Instruments



#### Verbindungsweise

1 Prüfen Sie die Ausrichtung der Rille im BNC-Steckverbinder und stellen Sie sicher, dass sie der Führung auf der Seite des Instruments entspricht.



BNC-Steckverbinder-Rille  
des Messfühlers

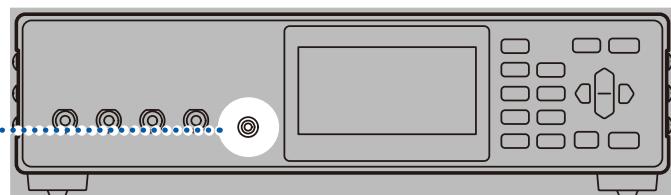
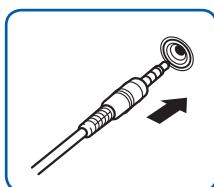
2 Richten Sie die Rille am BNC-Steckverbinder auf die Steckverbinderführung am Instrument aus und schieben Sie den BNC-Steckverbinder in den Steckverbinder des Instruments.



3 Drehen Sie den BNC-Steckverbinder nach rechts und verriegeln Sie ihn.

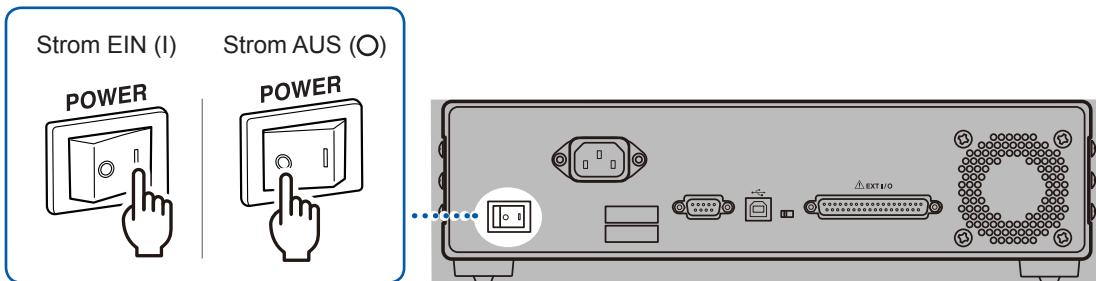


### Schließen Sie den Temperatursensor an das Instrument an



## 2.3 Ein- und Ausschalten des Instruments

Nutzen Sie den Netzschalter hinten, um das Instrument ein- oder auszuschalten.



## 2.4 Prüfung vor Verwendung

Vor dem 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 Hioki Händler oder Großhändler.

### Überprüfen von Instrument und Peripheriegeräten

Inspektionselemente	Gegenmaßnahmen
Ist die Isolierung des Netzkabels gerissen oder liegt Metall frei?	Wenn Sie Schäden feststellen, verwenden Sie das Instrument nicht, da es zu Stromschlägen und Unfällen aufgrund von Kurzschlägen kommen kann. Wenden Sie sich an Ihren autorisierten Hioki-Händler oder Großhändler.
Ist die Isolation des Messfühlers oder der Prüfleitungen gerissen oder liegt Metall frei?	Jeglicher festgestellter Schaden kann Stromschläge auslösen. In diesem Fall müssen Messfühler oder Prüfleitungen unbedingt gegen Modelle ausgetauscht werden, die von Hioki empfohlen werden.
Ist das Instrument beschädigt?	Jeglicher festgestellter Schaden kann Stromschläge auslösen. Instrument nicht verwenden und zur Reparatur geben.

### Überprüfen des Instruments beim Einschalten

Inspektionselemente	Gegenmaßnahmen
Rotiert der Lüfter beim Einschalten des Stroms und wird „BT4560-50“ oder „BT4560-60“ oder die „Versionsnummer“ auf der Anzeige angezeigt?	Wenn der Lüfter nicht rotiert oder die Meldungen „BT4560-50“ oder „BT4560-60“ oder die Versionsnummer nicht angezeigt werden, kann dies auf eine Fehlfunktion des Geräts hinweisen. Schicken Sie es zur Reparatur ein.
Wird nach durchgeföhrtem Selbsttest das Messbildschirm angezeigt?	Wenn der Bildschirm nicht angezeigt, kann dies auf eine interne Fehlfunktion des Instruments hinweisen. Schicken Sie es zur Reparatur ein.

**HIOKI**  
**BT 4560**

BATTERY IMPEDANCE METER

Version 1.00

BT4560-50  
oder  
BT4560-60  
Version



# 3 Grundmessung

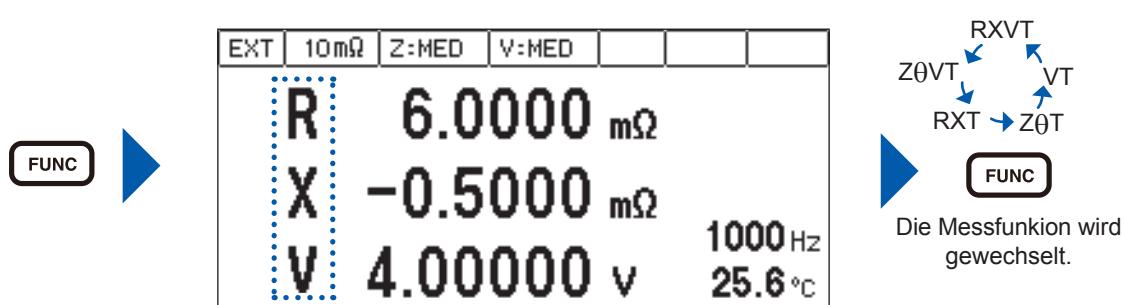
## 3.1 Auswählen der Messfunktionen

Stellen Sie die Messfunktionen ein.

Parameter	Messelemente	Parameter	Messelemente
Z	Impedanz	X	Reaktanz
$\theta$	Phasenwinkel	V	Spannung
R	Widerstand	T	Temperatur

Durch Drücken von **FUNC** (**FUNC**) können die Messfunktionen gewechselt werden.

Wählbare Funktionen entnehmen Sie bitte der unten stehenden Tabelle.



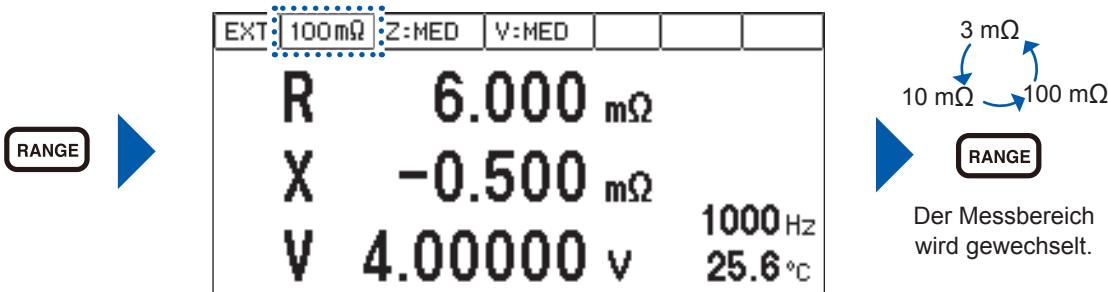
Messfunktionen	Bildschirm
R, X, V, T	<p>Widerstandsmesswert <math>\bullet</math> R <b>6.0000</b> mΩ</p> <p>Reaktanzmesswert <math>\bullet</math> X <b>-0.5000</b> mΩ</p> <p>Spannungsmesswert <math>\bullet</math> V <b>4.00000</b> V</p> <p>1000 Hz <math>\bullet</math> Temperatur <b>25.6 °C</b></p>
Z, $\theta$ , V, T	<p>Impedanzmesswert <math>\bullet</math> Z <b>6.0207</b> mΩ</p> <p>Phasenwinkelmesswert <math>\bullet</math> <math>\theta</math> <b>-0.083</b> °</p> <p>Spannungsmesswert <math>\bullet</math> V <b>4.00000</b> V</p> <p>1000 Hz <math>\bullet</math> Temperatur <b>25.6 °C</b></p>
R, X, T	<p>Widerstandsmesswert <math>\bullet</math> R <b>6.0000</b> mΩ</p> <p>Reaktanzmesswert <math>\bullet</math> X <b>-0.5000</b> mΩ</p> <p>1000 Hz <math>\bullet</math> Temperatur <b>25.6 °C</b></p>
Z, $\theta$ , T	<p>Impedanzmesswert <math>\bullet</math> Z <b>6.0207</b> mΩ</p> <p>Phasenwinkelmesswert <math>\bullet</math> <math>\theta</math> <b>-0.083</b> °</p> <p>1000 Hz <math>\bullet</math> Temperatur <b>25.6 °C</b></p>
V, T	<p>Spannungsmesswert <math>\bullet</math> V <b>4.00000</b> V</p> <p>25.6 °C <math>\bullet</math> Temperatur</p>

## 3.2 Auswählen des Messbereichs

Stellen Sie den Messbereich der Impedanz ein (3 mΩ, 10 mΩ, 100 mΩ). Spannung und Temperatur haben jeweils eigene Bereiche. Deshalb ist keine Einstellung nötig. Verwenden Sie den Messbereich der Impedanz, wenn der Impedanzwert den aktuell eingestellten Bereich überschreitet oder die Messgenauigkeit geändert wird.

Bei Auswahl der Funktionen (V, T) kann keine Einstellung vorgenommen werden.

Durch Drücken von **RANGE** (**RANGE**) werden die Messbereiche gewechselt.



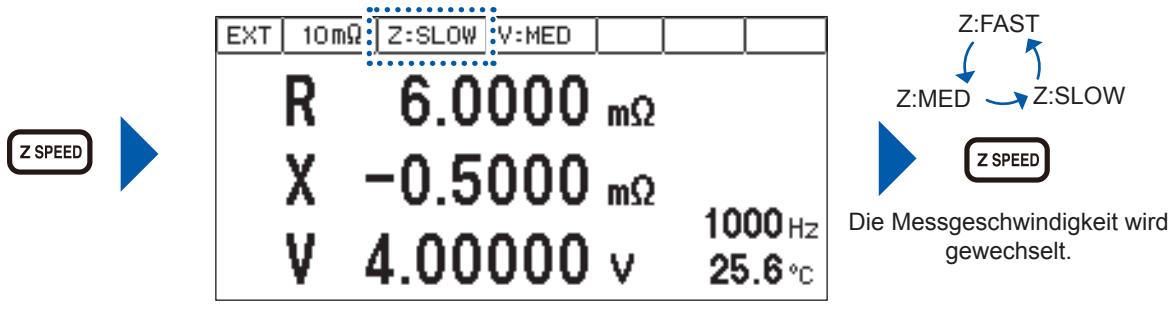
### 3.3 Einstellen der Messgeschwindigkeit

Stellen Sie die Messgeschwindigkeit (FAST, MED, SLOW) für die Impedanz- und Spannungsmessung ein.

Je niedriger die Messgeschwindigkeit eingestellt ist, desto genauer sind die Messergebnisse.

#### Stellen Sie die Messgeschwindigkeit der Impedanzmessung ein (Z)

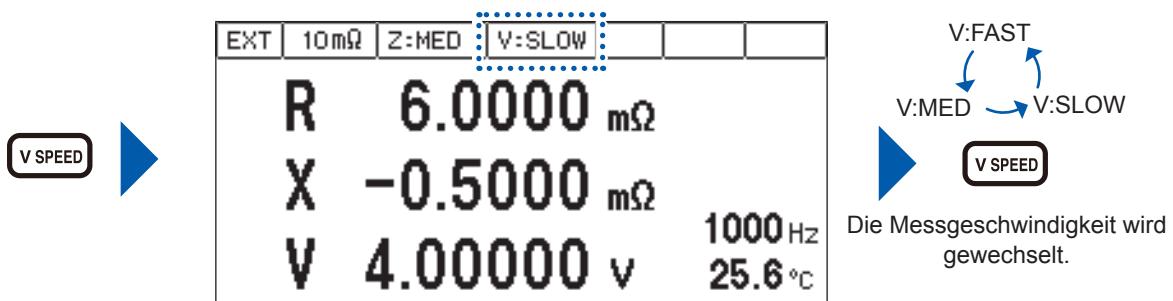
Durch Drücken von **Z SPEED** (**Z SPEED**) wird die Messgeschwindigkeit für die Impedanzmessung gewechselt.



Einstellungselemente	Inhalt
Z:FAST	Wählen Sie bei Durchführung der Hochgeschwindigkeitsmessung diese Einstellung.
Z: MED	Wählen Sie bei Durchführung der Normalgeschwindigkeitsmessung diese Einstellung.
Z: SLOW	Wählen Sie bei Durchführung der Genauigkeitsmessung diese Einstellung.

#### Stellen Sie die Messgeschwindigkeit für die Spannungsmessung ein (V)

Durch Drücken von **V SPEED** (**V SPEED**) wird die Messgeschwindigkeit für die Spannungsmessung gewechselt.



Einstellungselemente	Inhalt
V:FAST	Wählen Sie bei Durchführung der Hochgeschwindigkeitsmessung diese Einstellung.
V: MED	Wählen Sie bei Durchführung der Normalgeschwindigkeitsmessung diese Einstellung.
V: SLOW	Wählen Sie bei Durchführung der Genauigkeitsmessung diese Einstellung.

Wenn die Messfrequenz 1,01 kHz oder höher ist, beeinträchtigt die Messgeschwindigkeits-Einstellung nicht die Messfrequenz.

## 3.4 Einstellen der Messfrequenz

Einstellen der Messfrequenz.

BT4560-50 : 0,01 Hz bis 1050 Hz

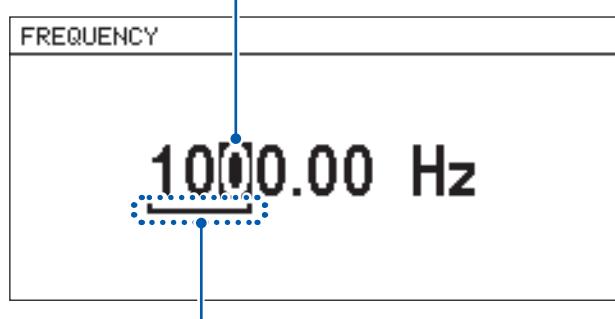
BT4560-60 : 0,01 Hz bis 10 kHz

**1** Drücken Sie **FREQ** (FREQ). (Der Frequenzeinstellungsbildschirm wird angezeigt.)

Der ausgewählte Zahlenwert wird schwarz-weiß in invertierter Darstellung angezeigt, wobei der Strich unter einer Zahl zeigt, dass sie eingestellt werden kann.

Ausgewählter Bereich (schwarz-weiß in invertierter Darstellung)

**FREQ**



Einstellbare Zahlenwerte

**2** Stellen Sie die Messfrequenz ein.



**FREQUENCY**

**1000.00 Hz**



• Weiter zum nächsten Zahlenwert (links oder rechts)  
• Ändern des numerischen Werts (nach oben oder unten)



**ENTER**

Bestätigen



**FREQ**  
(oder)  
**ESC**

Abbrechen

Deaktivierte Zahlenwerte werden automatisch als 0 angezeigt.

Wenn das Einstellen von Zahlenwerten deaktiviert ist, wechselt die Anzeige automatisch zu 0.

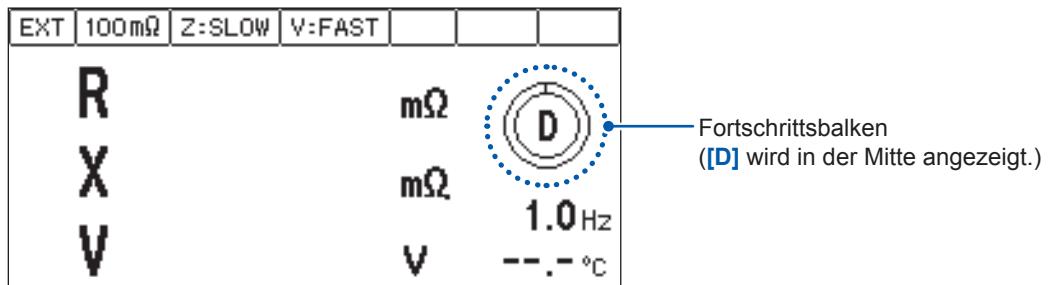


## Bei langer Messzeit (Anzeige des Fortschrittsbalkens)

Bei langer Messzeit (d.h. länger als ca. 1 Sekunde) wird der Fortschrittsbalken auf der rechten Seite des in Betrieb befindlichen Messbildschirms angezeigt.

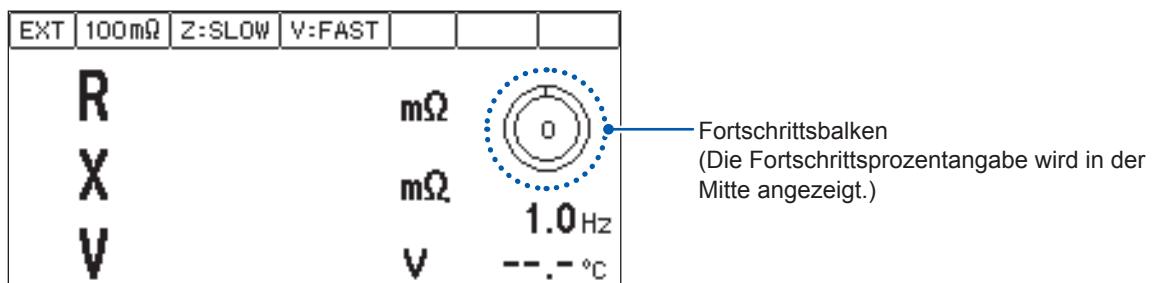
### Während der Abtastverzögerung (S.40)

[D] wird in der Mitte des Fortschrittsbalkens angezeigt.



### Während der Impedanzmessung

Wird der Messfortschritt als Prozentangabe in der Mitte des Fortschrittsbalkens angezeigt.



### Verlauf der Fortschrittsprozentangabe

Fortschrittsprozentangabe  
0%



## 3.5 Ausführen des Nullabgleichs

Entfernen Sie die aufgrund von Offset und Messumgebung vorhandenen Restkomponenten. Stellen Sie sicher, das der Nullabgleich vor der Impedanz- und Spannungsmessung ausgeführt wird.

### Ausführen des Nullabgleichs

#### Platzieren des Messfühlers (Beispiel: L2002)

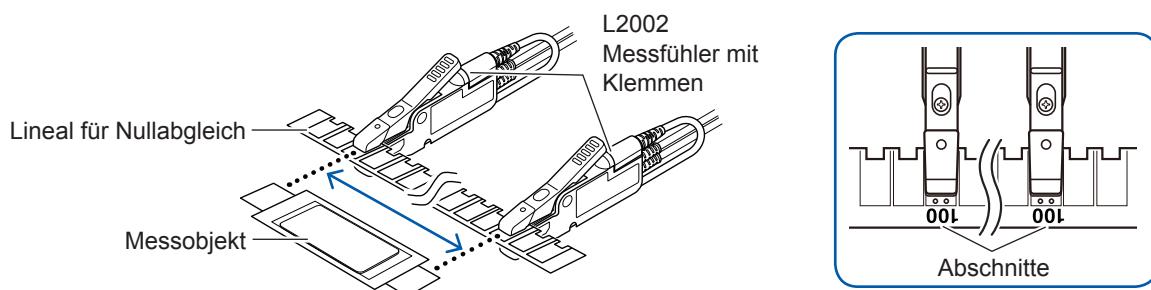
##### 1 Platzieren Sie den Messfühler entsprechend der Art der ausgeführten Messung.

Das Nullrestvolumen variiert je nach Art des Messfühlers (Länge, Form und Platzierung). Platzieren Sie den Messfühler entsprechend der Art der ausgeführten Messung, bevor Sie den Nullabgleich ausführen.

##### 2 Bereiten Sie das Lineal für Nullabgleich vor (Zubehör).

##### 3 Platzieren Sie die Messfühler in einem Abstand, der so lang ist wie das Messobjekt breit.

Klemmen Sie ein Muster mit gleich vielen Abschnitten für HIGH und LOW auf das Lineal für Nullabgleich, .



Klemmen Sie den L2002, sodass der Stift am Ende des L2002 sicher in die beiden Löcher (Durchgangslöcher) auf dem Lineal für Nullabgleich passt. Befindet sich der Stift nicht in dem Loch, wird eine Fehlermeldung angezeigt und der Nullabgleich kann nicht ordnungsgemäß durchgeführt werden.

Siehe „Fehlermeldungen und Abhilfe“ (S. 133)

#### Einstellen des Nullabgleichs

Es gibt zwei Methoden für den Nullabgleich, der Punkt-Nullabgleich (SPOT) und der Gesamt-Nullabgleich (ALL).

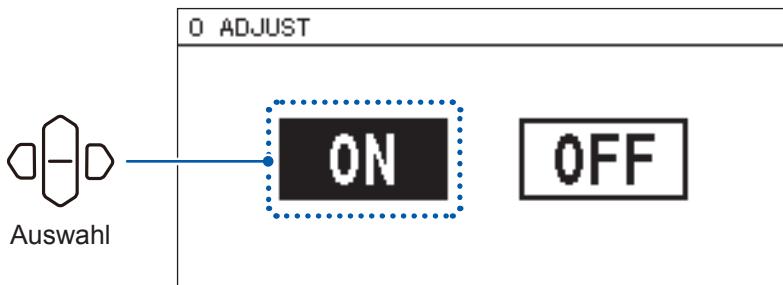
Punkt-Nullabgleich (SPOT)	Es werden die aktuell eingestellten Nullabgleiche für Bereich und Frequenz und die Spannungsmessung ausgeführt. Die dafür benötigte Zeit hängt von der Frequenz ab. Je niedriger die Frequenz, desto länger dauert die Einstellung (Referenzwerte: etwa 350 s für 0,1 Hz, etwa 45 s für 1 Hz). Bei Einstellung eines anderen Bereichs und/oder einer anderen Frequenz wird der Nullabgleich ungültig.
Gesamt-Nullabgleich (ALL)	Es werden die aktuell eingestellten Nullabgleiche für den Bereich und für den vollen Frequenzbereich sowie die Spannungsmessung ausgeführt. Der Nullabgleich bleibt auch bei Änderung der Messfrequenz gültig. Bei Einstellung eines anderen Bereichs wird der Nullabgleich jedoch ungültig.

- Wenn der Nullabgleich gültig ist, erscheint das Symbol 0 ADJ oben rechts am Messbildschirm.
- Wenn der Nullabgleich nach seiner Ausführung ungültig wird, kann er wieder gültig gemacht werden, indem die Bedingungen, unter denen der Nullabgleich ausgeführt wurde, reaktiviert werden.
- Der Vorgang kann mit 0ADJ\_SPOT der EXT.I/O- und 0ADJ\_ALL-Anschlüsse ausgeführt werden.

- 1** Drücken Sie **0 ADJ** (**0 ADJ**). (Der Nullabgleichsbildschirm wird angezeigt.)



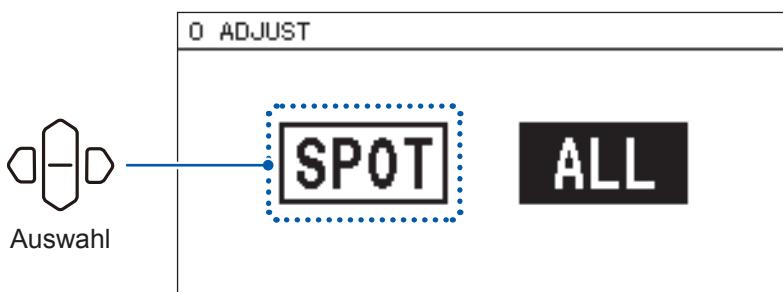
- 2** Wählen Sie **[ON]**.

**3**

Grundmessung

- **ENTER**  
Zum SPOT- und ALL-Auswahlbildschirm
- **0 ADJ**  
(oder)  
**ESC**  
Abbrechen

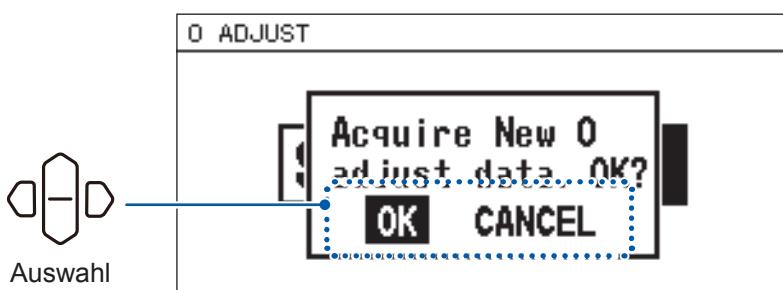
- 3** Wählen Sie **[SPOT]** oder **[ALL]**.



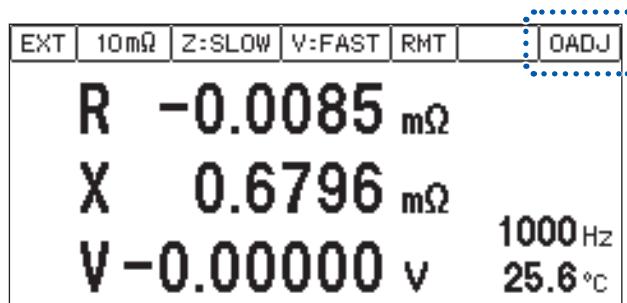
- **ENTER**  
Ausführen des Nullabgleichs
- **0 ADJ**  
(oder)  
**ESC**  
Abbrechen

Bei Auswahl von **[ALL]** öffnet sich ein Bestätigungsfenster.

- OK: Ausführen des Gesamt-Nullabgleichs  
CANCEL: Kehrt ohne Durchführung des Vorgangs zum Messbildschirm zurück.



- 4** Nach ordnungsgemäßer Durchführung des Nullabgleichs kehrt die Anzeige zum Messbildschirm zurück.  
(Wenn der Nullabgleich gültig ist, erscheint 0 ADJ oben rechts am Messbildschirm.)



#### Wenn kein ordnungsgemäßer Nullabgleich ausgeführt wird

Wenn **[O ADJUST ERROR]** angezeigt wird, wird kein ordnungsgemäßer Nullabgleich ausgeführt. Prüfen Sie die Kurzschlussmethode des Messfühlers führen Sie den Nullabgleich ordnungsgemäß aus, sodass die Nullabgleichsdaten innerhalb des in unten stehender Tabelle genannten Bereichs liegen.

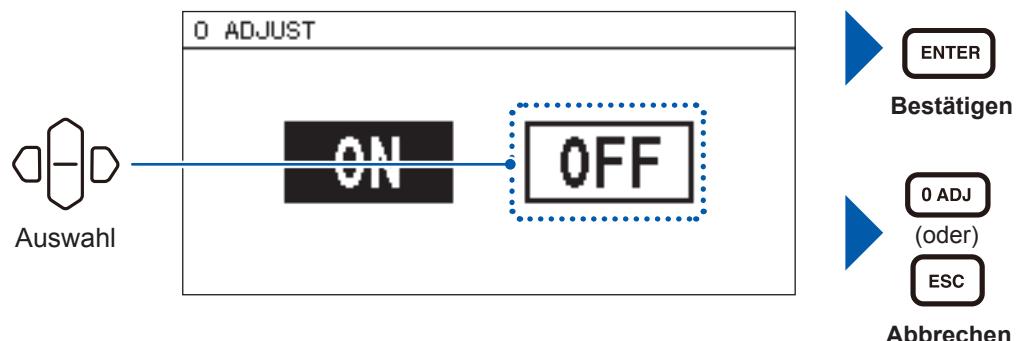


Impedanzmessung	R	X
3 mΩ-Bereich	BT4560-50 : -0,1000 mΩ bis 0,1000 mΩ BT4560-60 : -1,5000 mΩ bis 1,5000 mΩ	-1,5000 mΩ bis 1,5000 mΩ
10 mΩ-Bereich	BT4560-50 : -0,3000 mΩ bis 0,3000 mΩ BT4560-60 : -3,0000 mΩ bis 3,0000 mΩ	
100 mΩ-Bereich	Gemeinsam : -3,000 mΩ bis 3,000 mΩ	-1,500 mΩ bis 1,500 mΩ
Spannungsmessung		
-0,10000 V bis 0,10000 V		

Im Frequenzbereich von 1,06 kHz bis 10,00 kHz wird die Fehlerauswertung für die Reaktanz gemäß der obigen Tabelle nicht ausgeführt.

#### Deaktivieren des Nullabgleichs

Wählen Sie **[OFF]** auf dem Nullabgleichsbildschirm.  
(Bei Auswahl von **[OFF]** wird der Nullabgleich deaktiviert. Um ihn wieder zu aktivieren, führen Sie den Nullabgleich erneut aus.)



**Bei Durchführung einer Messung während der Änderung des Messbereichs**

Wenn die Messung wie unten beschrieben ausgeführt wird, ist nicht bei jeder Bereichsänderung ein Nullabgleich nötig.

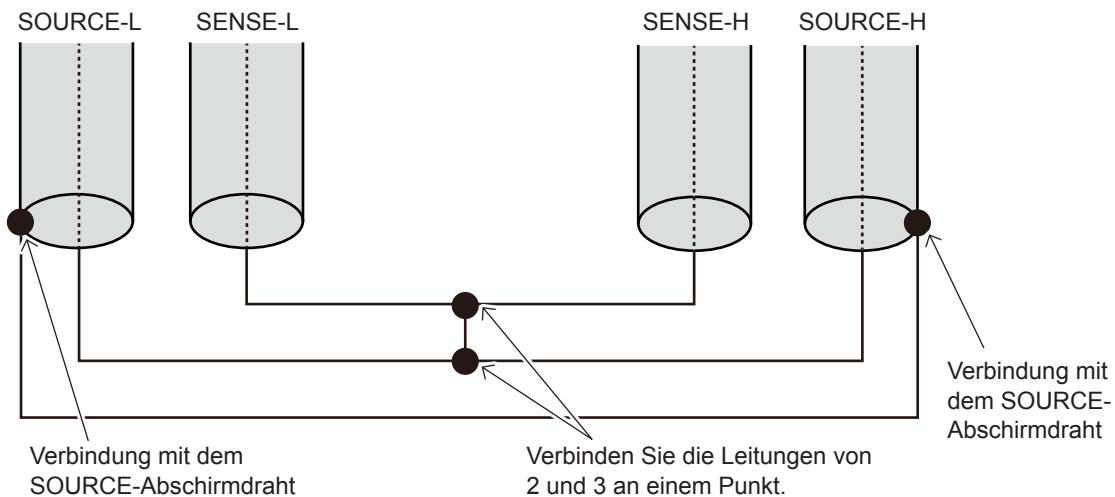
1. Führen Sie den Nullabgleich bei einem  $3\text{m}\Omega$ -Bereich aus.
2. Speichern Sie die Strombedingung unter Verwendung der Panelspeicherfunktion (S.60). (Die Nullabgleichsdaten des Strombereichs werden gespeichert.)
3. Ändern Sie den Bereich auf  $10\text{ m}\Omega$  und führen Sie den Nullabgleich aus.
4. Speichern Sie die Strombedingung unter Verwendung der Panelspeicherfunktion (S.60).
5. Ändern Sie den Bereich auf  $100\text{ m}\Omega$  und führen Sie den Nullabgleich aus.
6. Speichern Sie die Strombedingung unter Verwendung der Panelspeicherfunktion (S.60).
7. Lesen Sie die Bedingung des verwendeten Bereichs unter Verwendung der Panelspeicherfunktion ein (S.60) und führen Sie dann die Messung durch.

**Verbindung beim Ausführen des Nullabgleichs**

Bei Verwendung des Lineals für Nullabgleich besteht die unten gezeigte Verbindung.

Führen Sie den Nullabgleich bei der Herstellung Ihres eigenen Messfühlers mit derselben Verbindung aus (siehe „Anhang. 3 Vorsichtsmaßnahmen bei der Herstellung eines eigenen Messfühlers“ (S. A4)).

- 1** Stellen Sie eine Verbindung zwischen den Abschirmdrähten von SOURCE-H und SOURCE-L her.  
(Verbunden über das Rückkabel)
- 2** Verbinden Sie SENSE-H und SENSE-L.
- 3** Verbinden Sie SOURCE-H und SOURCE-L.
- 4** Verbinden Sie die Leitungen von **2** und **3** an einem Punkt.



## 3.6 Prüfen der Auswertungsergebnisse

### Erkennen einer Messabweichung (S.133)

Wenn die Messung nicht ordnungsgemäß ausgeführt wird, erscheint auf dem Bildschirm das Symbol für Messabweichung und das ERR-Signal von EXT.I/O wird ausgegeben.

#### Kontaktfehler

Wenn der Widerstandswert zwischen SOURCE-H und SENSE-H oder SENSE-L und SOURCE-L größer ist, erscheint die Meldung: Kontaktfehler. Mögliche Ursachen sind unten aufgelistet.

- Der Messfühler ist nicht an das Messobjekt angeschlossen.
- Der Messfühler ist beschädigt.
- Kontakt- oder Verkabelungswiderstand weisen hohe Werte auf, da der Messfühler durch Reibung abgenutzt oder schmutzig ist.
- Die Sicherung des Stromkreises ist beschädigt.

#### Richtlinien bei Erkennung eines Kontaktfehlers

Ort der Abweichungserkennung	Zielwiderstandswert für Abweichungserkennung			Art der Messabweichung	Fehleranzeige
	3 mΩ- Bereich	10 mΩ- Bereich	100 mΩ- Bereich		
SOURCE-H und SENSE-H	10 Ω	15 Ω	50 Ω	H-Kontaktfehler	CONTACT ERROR H
SOURCE-L und SENSE-L	10 Ω	15 Ω	50 Ω	L-Kontaktfehler	CONTACT ERROR L

- Die Widerstandswerte stellen Richtlinien dar; sie sind nicht strikt festgelegt.
- Wenn die Kapazität des Messfühlers mehr als 20 nF beträgt, kann die Messabweichung nicht erkannt werden.
- Für die Funktionen V und T gilt derselbe Zielwiderstandswert für die Abweichungserkennung wie beim 100mΩ- Bereich.

#### Überspannungs-Eingabefehler (Fehleranzeige: OVER VOLTAGE)

Wenn die Spannung des Messobjekts den messbaren Bereich überschreitet, wird OVER VOLTAGE angezeigt.

Der messbare Spannungsbereich liegt zwischen -5,10000 V und 5,10000 V.

Evtl. wird für SENSE-H und SOURCE-H sowie SENSE-L und SOURCE-L der Kurzschlussstatus angezeigt.

#### Spannungsbegrenzungsfehler (Fehleranzeige: OVER V LIMIT)

Wenn die Spannung des Messobjekts den Spannungsbegrenzungsbereich überschreitet, wird LIMIT VOLTAGE angezeigt.

Die Einstellungsmethode für die Spannungsbegrenzung entnehmen Sie bitte „4.6 Verhindern von Überladung aufgrund des Messsignals (Spannungsbegrenzungs-Funktion)“ (S. 47).

Evtl. wird für SENSE-H und SOURCE-H sowie SENSE-L und SOURCE-L der Kurzschlussstatus angezeigt.

#### Messstromabweichung (Fehleranzeige: -----)

Diese Anzeige erscheint, wenn der Messstrom nicht normal fließen kann. Mögliche Ursachen sind unten aufgelistet.

- Kontakt- oder Verkabelungswiderstand weisen hohe Werte auf, da der Messfühler durch Reibung abgenutzt oder schmutzig ist.
- Der Widerstand des Messobjekts ist für den Bereich erstaunlich hoch (Beispiel: Auswahl von 1 kΩ).
- Wenn die Verkabelung falsch an die Batterie angeschlossen ist.
- Wenn die Verkabelung an eine geerdete Batterie angeschlossen ist.

### Richtlinien bei der Abweichungserkennung des Messstroms

Ort der Abweichungserkennung	Zielwiderstandswert für Abweichungserkennung			Art der Messabweichung	Anzeige
	3 mΩ-Bereich	10 mΩ-Bereich	100 mΩ-Bereich		
SOURCE-H	1,5 bis 4,0 Ω	5 bis 12 Ω	50 bis 55 Ω	Messstromabweichung	-----
SOURCE-L	1,5 Ω	4,5 Ω	45 Ω	Messstromabweichung	-----

Die Widerstandswerte stellen Richtlinien dar; sie sind nicht strikt festgelegt. Die erkannte Spannung von SOURCE-H ändert sich aufgrund der Spannung des Messobjekts.

### Impedanzmessfehler aufgrund von Spannungsdrift (Fehleranzeige: VOLTAGE DRIFT)

Die Spannung des Messobjekts schwankt während der Messung erheblich.

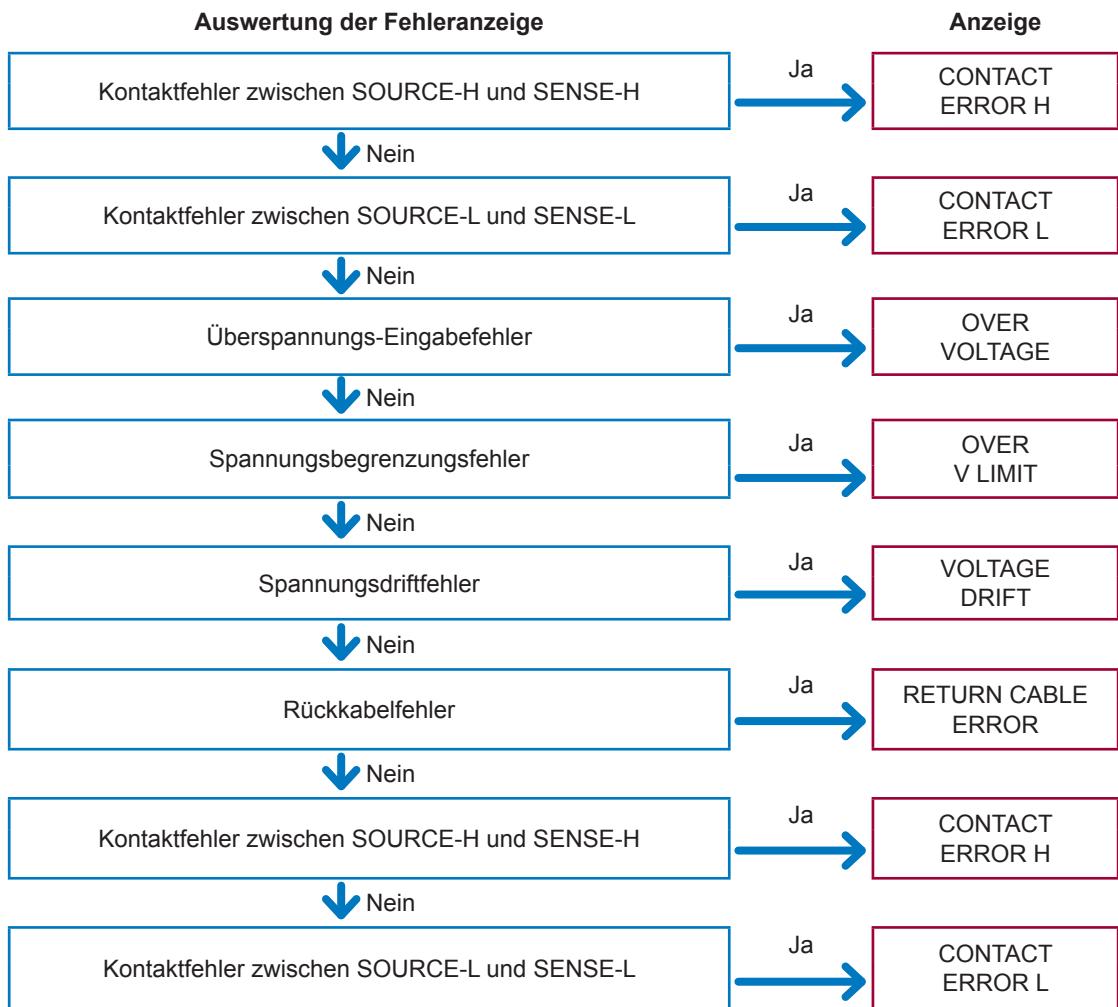
Wenn die Differenz zwischen den Spannungswerten am Beginn und Ende der Messung 10 mV oder mehr beträgt, wird diese Differenz als Fehler erkannt.

### Rückkabel-nicht-angeschlossen-Fehler (Fehleranzeige: RETURN CABLE ERROR)

Das Rückkabel des Messfühlers ist nicht richtig angeschlossen. Evtl. ist es getrennt oder die Kabelverbindung ist falsch.

Zur Reduzierung von Störsignalen aufgrund elektromagnetischer Induktion muss das Rückkabel den Strom in entgegengesetzter Richtung zum Messstrom ableiten. Der Aufbau des Rückkabels verursacht einen Kurzschluss zwischen den Abschirmdrähten von SOURCE-H und SOURCE-L. (Beim optionalen Messfühler verursacht das Rückkabel einen Kurzschluss zwischen den Abschirmdrähten von SOURCE-H und SOURCE-L). Wenn die Messfrequenz 1,06 kHz oder höher ist, wird die Rückkabel-Trennungsfehlererkennung nicht ausgeführt.

### Erkennungssequenz der Messabweichung



Messfehler werden in der in obiger Abbildung dargestellten Reihenfolge ausgewertet und der zuerst erkannte Fehler wird angezeigt.

Ein abnormaler Messstrom wird bei folgenden Vorgängen erkannt:

- Wenn der Auslöser angenommen wurde, bis die Spannungsmessung aufgeführt wird
- Während der Impedanzmessung

### Anzeige bei der Temperaturmessung

#### Temperatursensor nicht angeschlossen (Fehlermeldung: ---°C)

Der Temperatursensor ist nicht angeschlossen. Daher kann keine Temperaturmessung durchgeführt werden.

Wenn eine Temperaturmessung nicht nötig ist, muss keine Verbindung hergestellt werden.

### Anzeige bei Überschreitung des Messbereichs

Bei jedem Parameter kann es aufgrund unten genannter Ursachen zu einer Überschreitungsmeldung kommen.

Parameter	Überschreitungsmeldung	Ursache
R		
X		
Z		
θ		
T	+Over°C	Der Messwert liegt über 60,0°C.
	-Under°C	Der Messwert liegt unter -10,0°C.

## 3.7 Grundlegende Messbeispiele

In diesem Abschnitt wird das Einstellen der Batteriezelle als Beispiel behandelt.

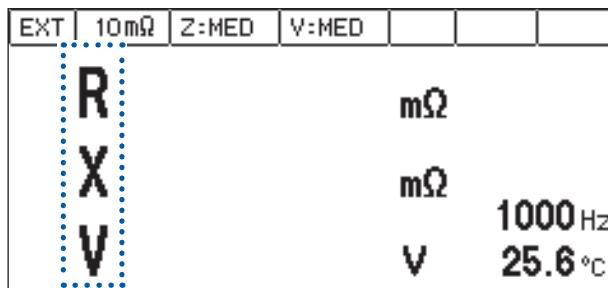
### Einstellungsbeispiele

Messfunktionen		R, X, V, T
Messbereich		100 mΩ
Messgeschwindigkeit	Impedanzmessung	FAST
	Spannungsmessung	SLOW
Impedanz-Messfrequenz		1 Hz
Nullabgleich		ALL

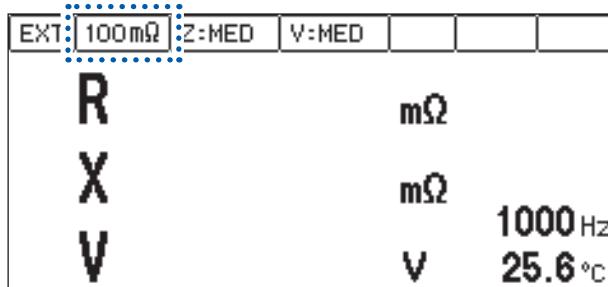
3

Grundmessung

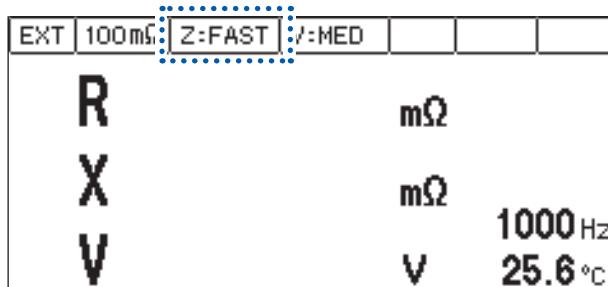
- 1** Stellen Sie die Messfunktionen ein (R, X, V, T). (S.23)



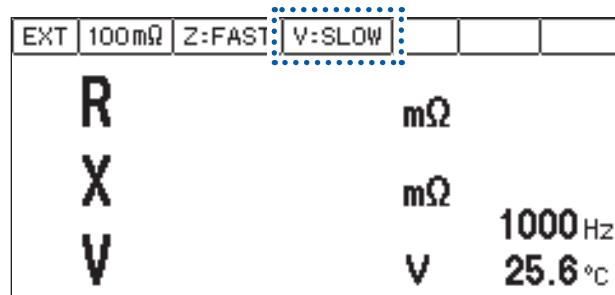
- 2** Stellen Sie den Messbereich auf 100 mΩ. (S.24)



- 3** Stellen Sie die Messgeschwindigkeit der Impedanzmessung (Z) auf [FAST]. (S.25)



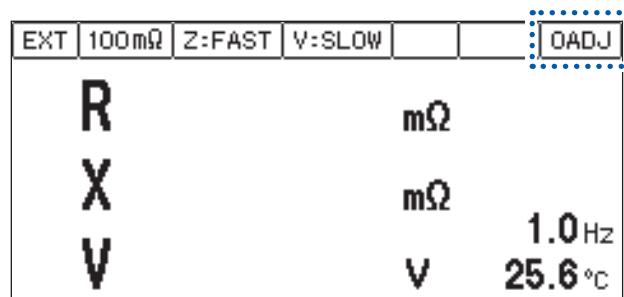
- 4** Stellen Sie die Geschwindigkeit der Spannungsmessung (V) auf **[SLOW]**. (S.25)



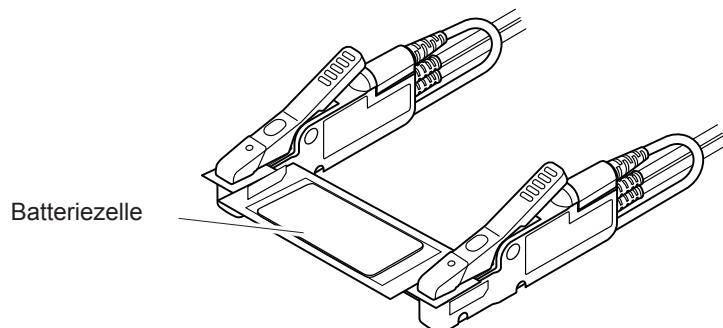
- 5** Stellen Sie die Impedanz-Messfrequenz auf 1 Hz. (S.26)



- 6** Schließen Sie den Nullabgleichs-Verbindung an und führen Sie den Gesamt-Nullabgleich aus. (S.28)



- 7** Schließen Sie die Batteriezelle an.



- 8** Drücken Sie zum Messen **START/STOP**.



9 Prüfen Sie die Messergebnisse.

EXT	100mΩ	Z:FAST	V:SLOW	OADJ
R	6.000	mΩ		
X	-0.500	mΩ		
V	4.00000	V	1.0 Hz	25.6 °C

3

Grundmessung



## 4.1 Einstellen der Messstartbedingungen (Auslösefunktionen)

Es gibt zwei Methoden zur Einstellung der Messstartbedingungen, die im Folgenden erläutert werden.

Externer Auslöser	Bei Drücken von <b>START/STOP</b> ( <b>START/STOP</b> ) oder Eingabe des externen Auslösesignals startet die Messung.
Interner Auslöser	Auslösesignale werden zur Durchführung der Auto-Messung intern automatisch erzeugt

### Einstellen des Auslösers

1 Drücken Sie **MENU** (**MENU**). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)

**MENU**

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0	waves	
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	MANUAL		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	OFF		
VOLTAGE LIMIT	OFF		
EXIT			

2 Wählen Sie die **[MEAS]**-Registerkarte.



Auswahl

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0	waves	
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	AUTO		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	ON		
VOLTAGE LIMIT	OFF		
EXIT			

3 Wählen Sie **[EXT]** (externer Auslöser) oder **[INT]** (interner Auslöser).



Auswahl

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0	waves	
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT	INT	
V SELF CALIBRATION	AUTO		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	ON		
VOLTAGE LIMIT	OFF		
EXIT			

**ENTER**

Bestätigen

**MENU**

(oder)

**ESC**

Abbrechen

## Eingabe des externen Auslösers

- Tasteneingabe  
Drücken Sie auf dem Messbildschirm **START/STOP** **(START/STOP)**, um einmalig eine Messung durchzuführen.
- Eingabe über EXT.I/O  
Wenn der TRIG-Anschluss des EXT.I/O-Anschlusses mit ISO\_COM kurzgeschlossen wird, wird einmalig eine Messung durchgeführt. (S.82)
- Eingabe über die Kommunikationsschnittstelle  
Bei Empfang des **\*TRIG**-Befehls wird einmalig eine Messung durchgeführt.

### WICHTIG

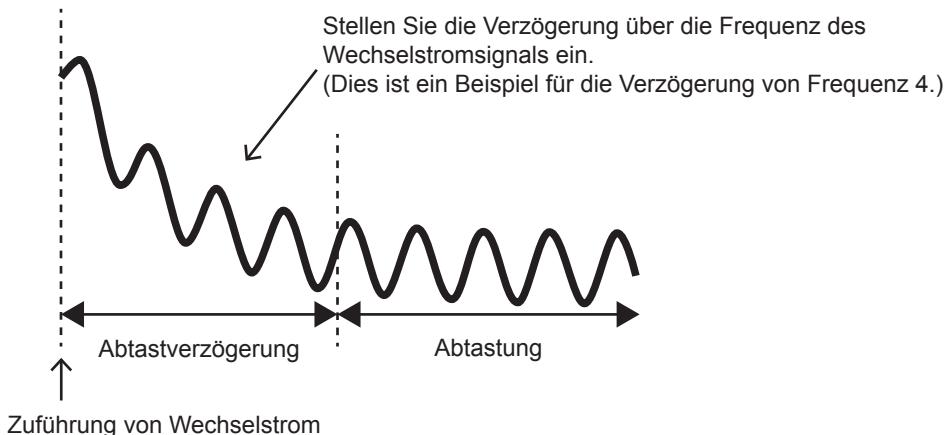
- Wenn die Funktion für den internen Auslöser aktiviert wird, wird die Eingabe von EXT.I/O und **\*TRIG**-Befehl ignoriert und die Spannungsbegrenzungs-Funktion aktiviert. Wenn das Messobjekt weiterhin an einen internen Auslöser angeschlossen bleibt, kann dies zu kontinuierlichem Laden/Entladen führen. Entfernen Sie das Messobjekt deshalb nach der Messung vom Instrument.
- Bei Drücken von **START/STOP** **(START/STOP)** während der Messung wird der Messvorgang abgebrochen.

## 4.2 Messstart nach stabiler Antwort des Messobjekts (Abtastverzögerungsfunktion)

Stellen Sie die Verzögerung (Verzögerungszeit) bei der Impedanzmessung von Wechselstrom zuführen bis Abtaststart. Es gibt zwei Methoden zur Einstellung der Verzögerung: zum einen kann die Frequenz des Wechselstromsignals zur Einstellung verwendet werden, zum anderen die Abweichung der Offset-Spannungsschwankung.

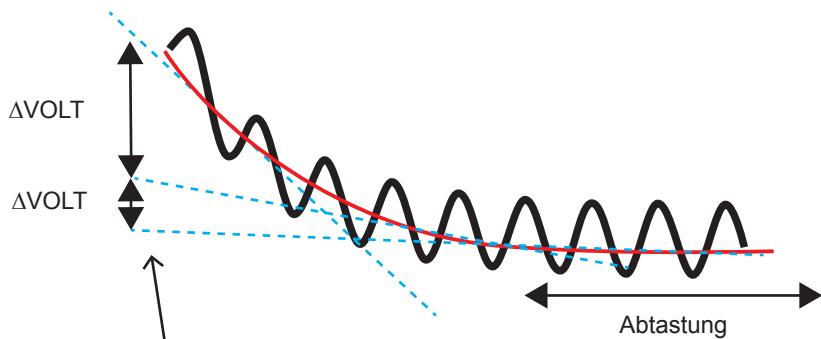
### Einstellung aufgrund der Schwingungsform (WAVE)

Wechselstrom-Antwort der Batterie



Einstellung aufgrund der Abweichung der Offset-Spannungsschwankung ( $\Delta$ VOLT)

Wechselstrom-Antwort der Batterie



Die Flanke der Wechselstrom-Antwort wird aufgezeichnet und der Abtastvorgang beginnt, sobald die Abweichungsflanke ( $\Delta$ VOLT) unter den eingestellten Wert fällt.

- 1 Drücken Sie **MENU** (MENU). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0 waves		
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	MANUAL		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	OFF		
VOLTAGE LIMIT	OFF		
EXIT			

- 2 Wählen Sie die **[MEAS]-Registerkarte**.

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0 waves		
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	AUTO		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	ON		
VOLTAGE LIMIT	OFF		
EXIT			

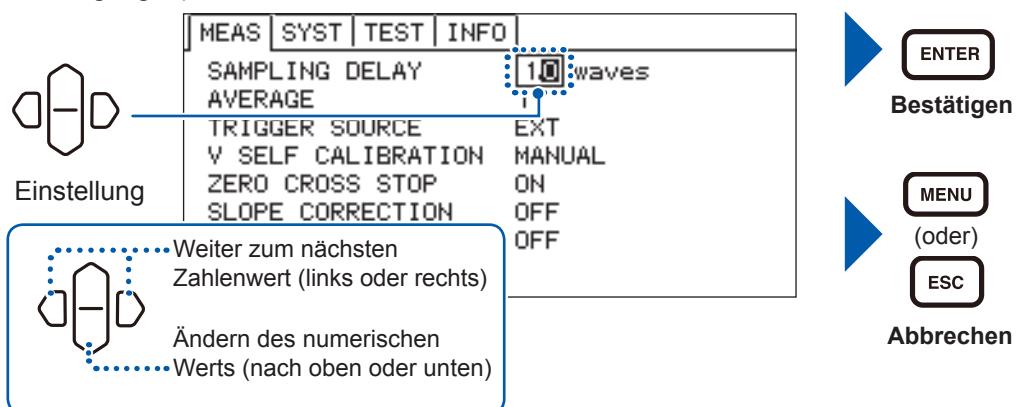
- 3 Wählen Sie **[WAVE]** oder **[ΔVOLT]**.

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	WAVE ΔVOLT		
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	MANUAL		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	OFF		
VOLTAGE LIMIT	OFF		
EXIT			

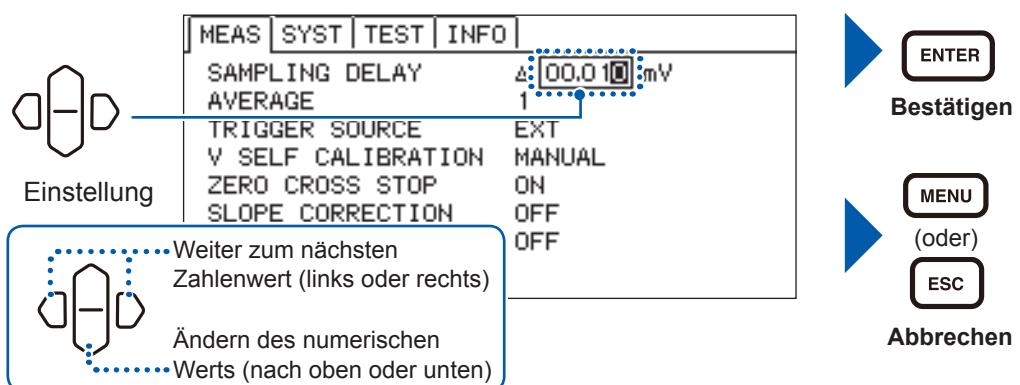
ENTER  
Bestätigen

MENU  
(oder)  
ESC  
Abbrechen

Bei Auswahl von **[WAVE]** stellen Sie die Schwingungszahl der Verzögerung ein. (0,0 bis 9,0 Schwingungen)



Bei Auswahl von **[ΔVOLT]** stellen Sie die Spannung ein. (00,001 mV bis 10,000 mV)



## 4.3 Beibehalten der Spannungs-Messgenauigkeit (Selbstkalibrierungsfunktion)

Diese Funktion kompensiert Offset-Spannung und Verstärkungsdrift im internen Teil des Stromkreises und erhöht so die Spannungs-Messgenauigkeit.

Um die höchstmögliche Messgenauigkeit des Instruments zu erreichen, ist Selbstkalibrierung erforderlich. Achten Sie darauf, diese durchzuführen. Achten Sie insbesondere nach dem Aufheizen oder bei einer Änderung der Umgebungstemperatur von über 2°C darauf, die Selbstkalibrierung durchzuführen.

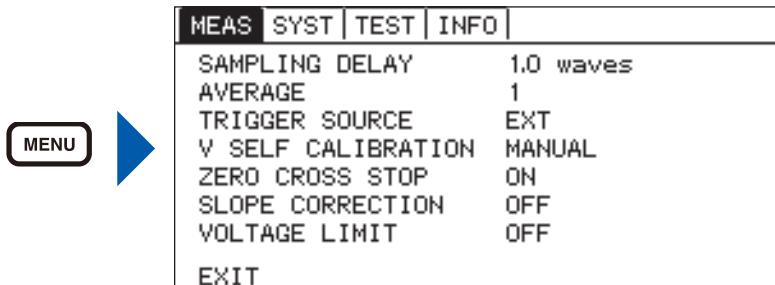
Es gibt folgende Methoden zur Durchführung der Selbstkalibrierung:

AUTO	Eine Selbstkalibrierung von 0,2 s wird automatisch vor der Spannungsmessung durchgeführt. Die Selbstkalibrierung wird nicht in den Funktionen (R, X, T) und (Z, θ, T) durchgeführt, da diese nicht Teil der Spannungsmessung sind.
MANUAL	Die Selbstkalibrierung wird durch das Eingangssignal CAL des EXT.I/O oder durch einen Befehl durchgeführt. (Führen Sie die Selbstkalibrierung während des TRIG-Wartezustands aus. Bei Signaleingabe führen Sie sie nach der Messung aus.)

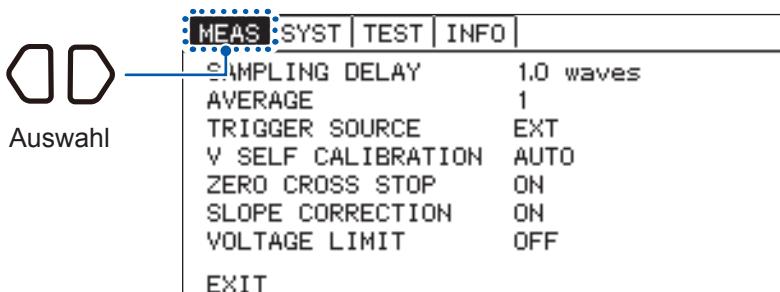
4

Anpassen der Messbedingungen

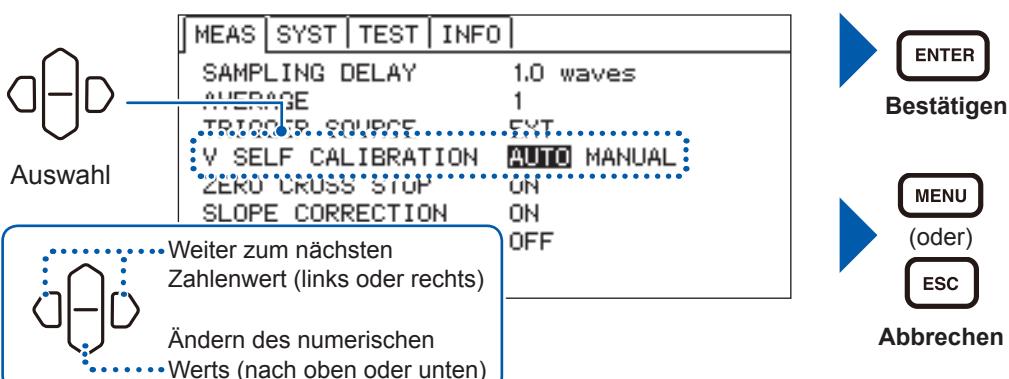
**1** Drücken Sie  (MENU). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)



**2** Wählen Sie die [MEAS]-Registerkarte.



**3** Wählen Sie [AUTO] oder [MANUAL].



## 4.4 Stabilisierung der Messwerte (Mittelwertfunktion)

Für die eingestellte Anzahl an Messwerten wird das arithmetische Mittel als Ergebnis angezeigt. Diese Funktion verringert die Fluktuation der Messwerte. Diese Funktion kann nur für die Impedanzmessung verwendet werden.

- 1 Drücken Sie  (MENU). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)



MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0	waves	
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	MANUAL		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	OFF		
VOLTAGE LIMIT	OFF		
EXIT			

- 2 Wählen Sie die [MEAS]-Registerkarte.




Auswahl

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0	waves	
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	AUTO		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	ON		
VOLTAGE LIMIT	OFF		
EXIT			

- 3 Einstellung der Anzahl an Messwerten, die zur Bildung des Mittelwerts herangezogen werden. (1 bis 99)




Auswahl

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0	waves	
AVERAGE	01		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	AUTO		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	ON		
VOLTAGE LIMIT	OFF		




Weiter zum nächsten  
Zahlenwert (links oder rechts)

Ändern des numerischen  
Werts (nach oben oder unten)



Bestätigen



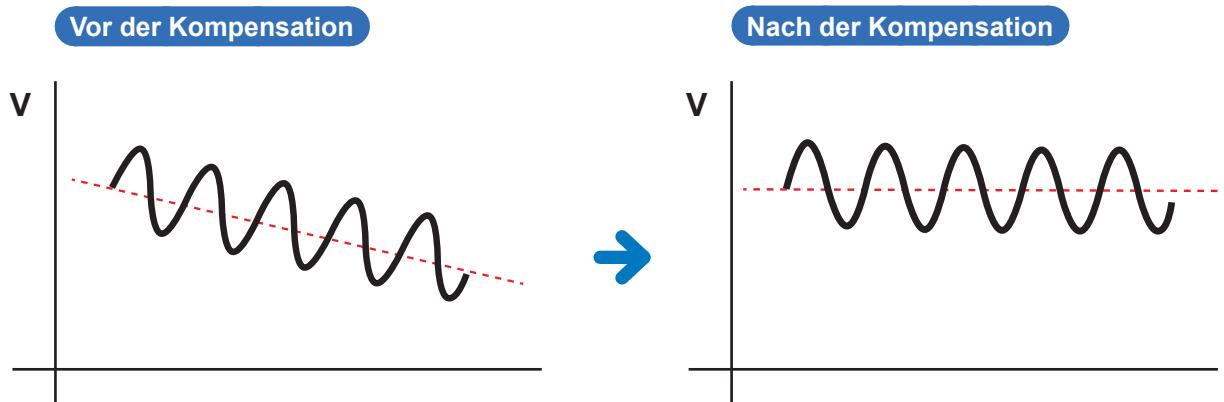
(oder)



Abbrechen

## 4.5 Kompensation der aufgrund elektrischer Entladung möglichen Flanke (Flanken-Korrekturfunktion „Slope Correction“)

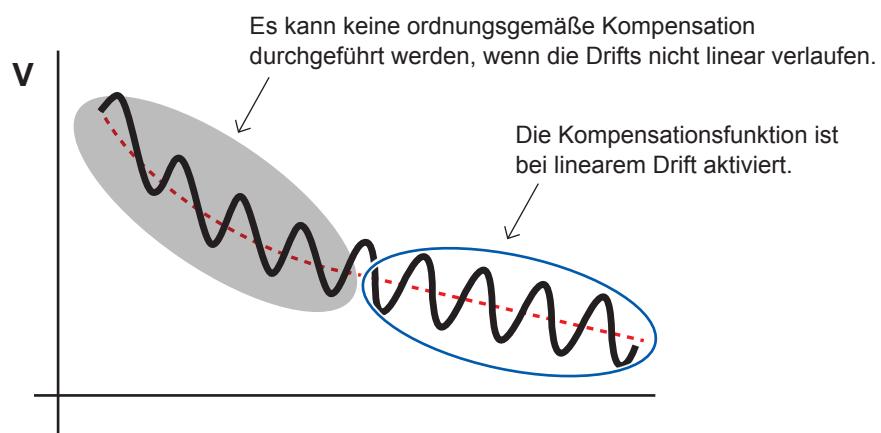
Während der Impedanzmessung kann es vorkommen, dass das Messsignal aufgrund von Batterieeigenschaften oder wegen der Eingabeimpedanz des Messinstruments vom Normalwert abweicht. Diese Funktion kompensiert die Abweichung bei linearem Drift.



### WICHTIG

Die Kompensation wird bei linearem Drift durchgeführt.

Es kann keine ordnungsgemäße Kompensation durchgeführt werden, wenn die Fluktuationen nicht, wie unten dargestellt, linear verlaufen. „Messstart nach stabiler Antwort des Messobjekts (Abtastverzögerungsfunktion“ (S. 40) wird verwendet. Warten Sie mit der Messung, bis die Antwortzeit des Messobjekts stabil ist.



- 1** Drücken Sie **[MENU]** (**[MENU]**). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)



MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0	waves	
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	MANUAL		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	OFF		
VOLTAGE LIMIT	OFF		
EXIT			

- 2** Wählen Sie die **[MEAS]**-Registerkarte.



Auswahl

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0	waves	
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	AUTO		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	ON		
VOLTAGE LIMIT	OFF		
EXIT			

- 3** Wählen Sie **[ON]** oder **[OFF]**.



Auswahl

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0	waves	
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	AUTO		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	ON	OFF	
VOLTAGE LIMIT	OFF		
EXIT			



**ENTER**  
Bestätigen



**ESC**  
(oder)  
**MENU**  
Abbrechen

## 4.6 Verhindern von Überladung aufgrund des Messsignals (Spannungsbegrenzung-Funktion)

Diese Funktion verhindert bei der Impedanzmessung, dass die Batterie aufgrund des angewandten Signals überladen wird. Wenn die Spannung des Messobjekts höher liegt als die eingestellte Spannung, wird die Impedanz nicht gemessen und die Meldung **[OVER V LIMIT]** angezeigt.

### ⚠ VORSICHT



Stellen Sie den Spannungsgrenzwert niedriger ein als den Spannungswert der Messobjektbatterie, die überladen wird. Wenn wiederholt Messungen mit hoher Spannungswerteinstellung vorgenommen werden, wird die Batterie gegebenenfalls überladen.

**1** Drücken Sie **[MENU]** (**[MENU]**). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)



MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0	waves	
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	MANUAL		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	OFF		
VOLTAGE LIMIT	OFF		
EXIT			

**4**

Anpassen der Messbedingungen



Auswahl

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0	waves	
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	AUTO		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	ON		
VOLTAGE LIMIT	OFF		
EXIT			

**2** Wählen Sie die **[MEAS]**-Registerkarte.



Auswahl

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0	waves	
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	AUTO		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	ON		
VOLTAGE LIMIT	ON	OFF	
EXIT			



**ENTER**

Bestätigen



**[MENU]**

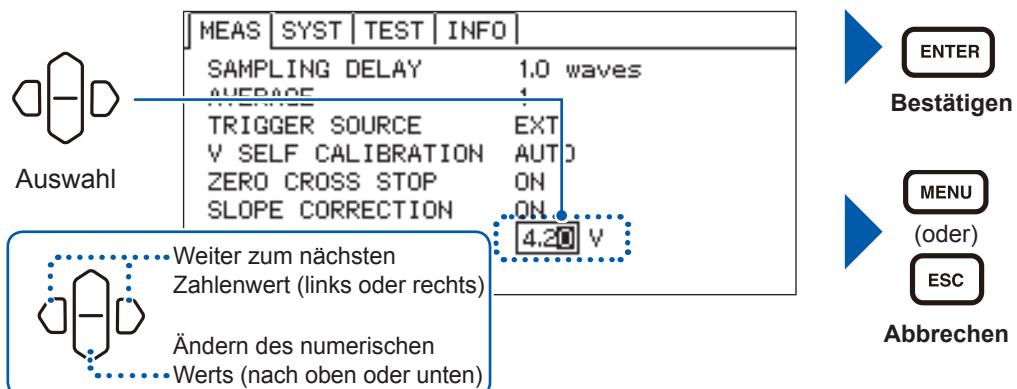
(oder)

**ESC**

Abbrechen

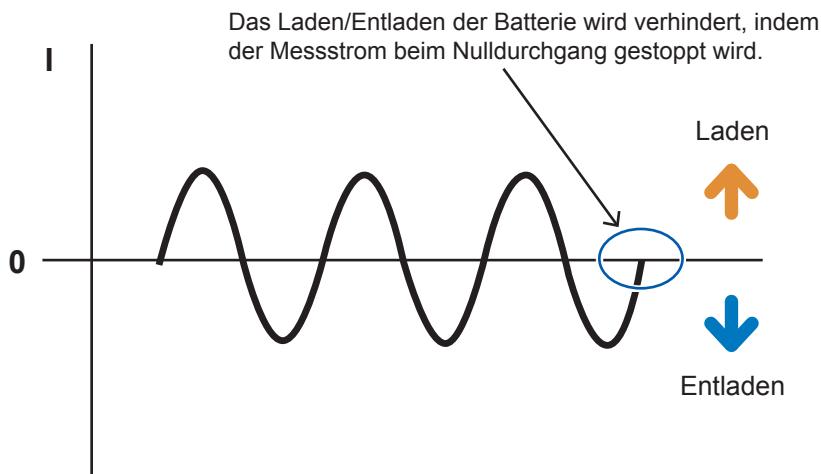
**3** Wählen Sie **[ON]** oder **[OFF]**.

Bei Auswahl von **[ON]** stellen Sie die Spannung ein. (0,01 V bis 5,00 V)



## 4.7 Verhindern von Ladung/Entladung aufgrund des Messsignals (Messsignal-Nulldurchgangsstopp-Funktion)

Durch diese Funktion wird das angewandte Messsignal beim Nulldurchgang während der Impedanzmessung gestoppt und dadurch verhindert, dass das Messobjekt geladen bzw. entladen wird. Bei aktivierter Messsignal-Nulldurchgangsstopp-Funktion erhöht sich die Messzeit um ca. einen Messfrequenz-Zyklus. Die Messung kann während der Erkennung des Nulldurchgangsstops nicht unterbrochen werden.



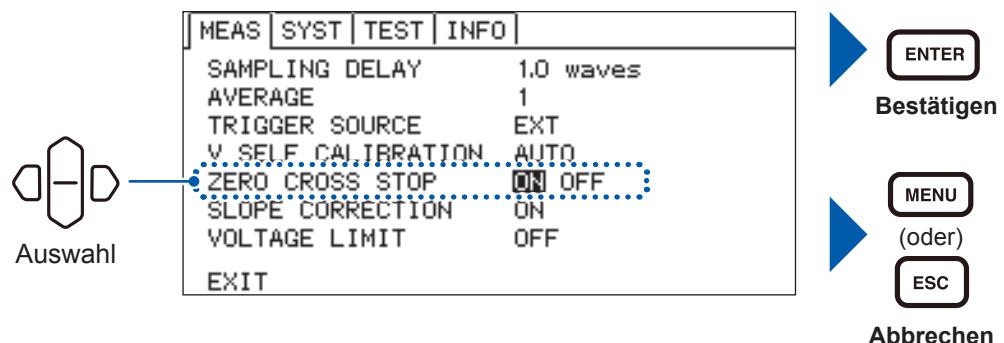
- 1 Drücken Sie **[MENU]** (MENU). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0 waves		
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	MANUAL		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	OFF		
VOLTAGE LIMIT	OFF		
EXIT			

- 2 Wählen Sie die **[MEAS]**-Registerkarte.

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0 waves		
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	AUTO		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	ON		
VOLTAGE LIMIT	OFF		
EXIT			

3 Wählen Sie **[ON]** oder **[OFF]**.



# Auswertung der Messergebnisse (Komparator-Funktion)

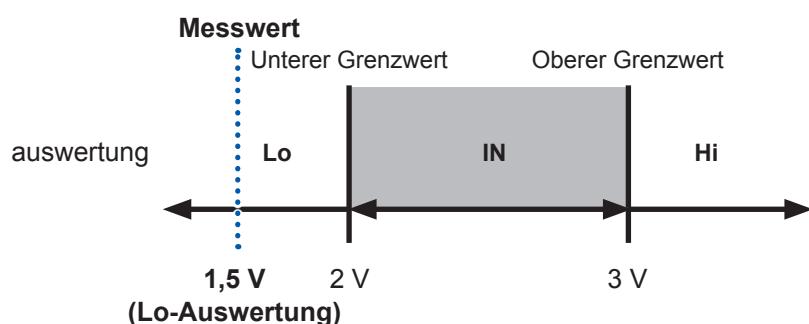
Durch diese Funktion wird bewertet, ob sich der Messwert im Bereich Hi (oberer Grenzwert  $<$  Messwert), IN (unterer Grenzwert  $\leq$  Messwert  $\leq$  oberer Grenzwert) oder Lo (Messwert  $<$  unterer Grenzwert) befindet, wobei der Wert zu dem jeweils voreingestellten oberen und unteren Grenzwert in Beziehung gesetzt wird.

**Obere und untere Grenzwerte und Absolutwerte (die Einstellung von Absolutwerten gilt ausschließlich für die Spannung [V])**

## Obere und untere Grenzwerte

Durch diese Funktion wird bewertet, ob sich der Messwert im Bereich Hi, IN oder Lo befindet, wobei der Wert zu dem jeweils voreingestellten oberen und unteren Grenzwert in Beziehung gesetzt wird.

(Beispiel: Der obere Grenzwert liegt bei 3 V, der untere bei 2 V und der Messwert bei 1,5 V.)

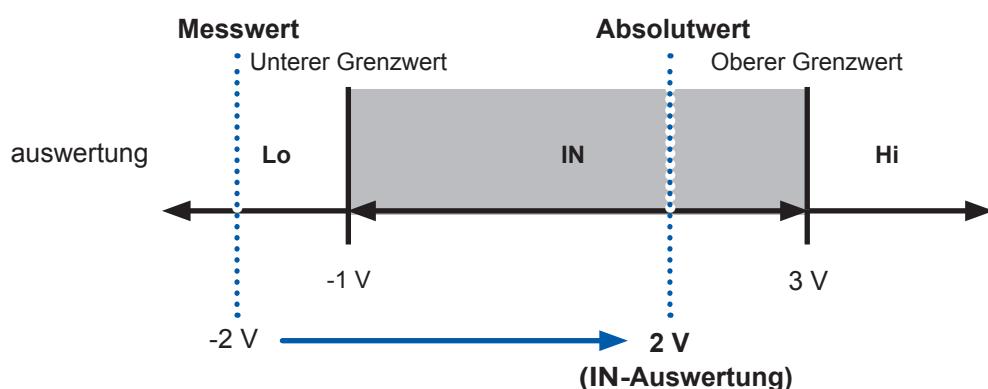


## Absolutwert

Durch diese Funktion wird bewertet, ob sich der Absolutwert des Messwertes im Bereich Hi, IN oder Lo befindet, wobei der Wert zu dem jeweils voreingestellten oberen und unteren Grenzwert in Beziehung gesetzt wird.

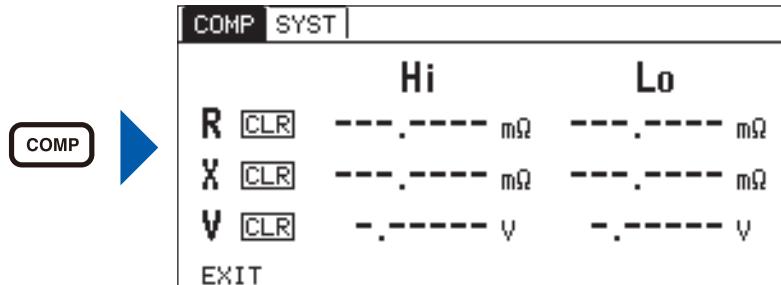
Auch wenn die Verkabelung in umgekehrter Polarität angeschlossen wurde, verläuft die Auswertung korrekt.

(Beispiel: Der obere Grenzwert liegt bei 3 V, der untere bei -1 V und der Messwert bei -2 V.)

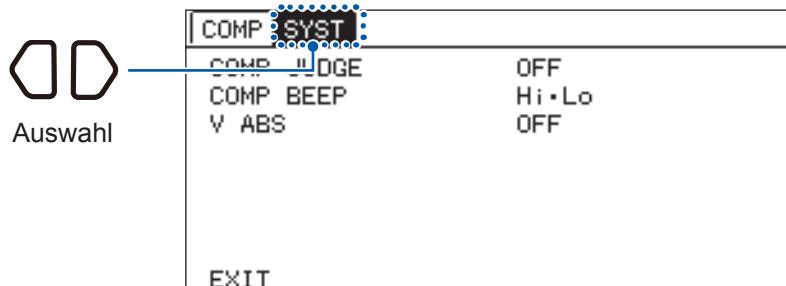


## 5.1 Ein- und Ausschalten der Komparator-Funktion

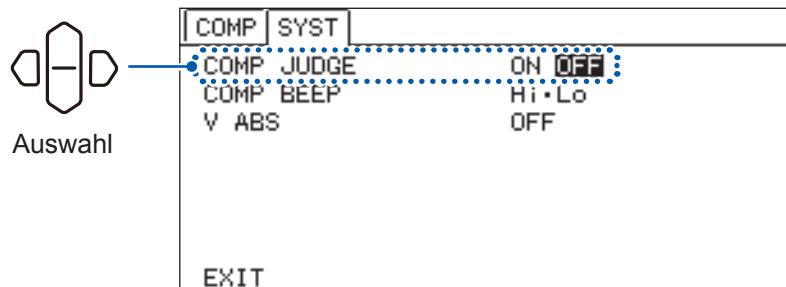
- 1 Drücken Sie **COMP** (**COMP**). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)



- 2 Wählen Sie die **[SYST]**-Registerkarte.



- 3 Wählen Sie **[ON]** oder **[OFF]**.



ENTER  
Bestätigen

COMP  
(oder)  
ESC  
Abbrechen

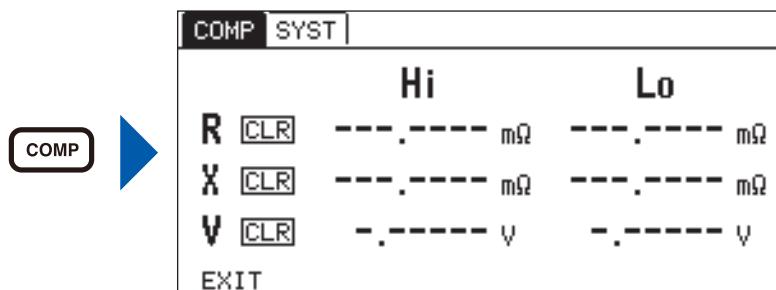
## 5.2 Einstellen des oberen und unteren Grenzwertes

Bei Aktivierung der Komparator-Funktion müssen die oberen und unteren Grenzwerte eingestellt werden, da sie für die Auswertung herangezogen werden. Im Folgenden wird die Einstellmethode beschrieben, wobei R, X und V als Beispiele genannt werden.

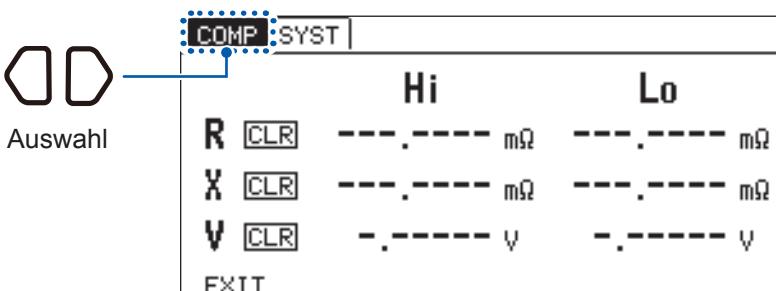
### Einstellungsbeispiele

R	Oberer Grenzwert: 7,5 mΩ	Unterer Grenzwert: 7 mΩ
X	Keine Auswertung	
V	Oberer Grenzwert: 5 V	Unterer Grenzwert: 4 V

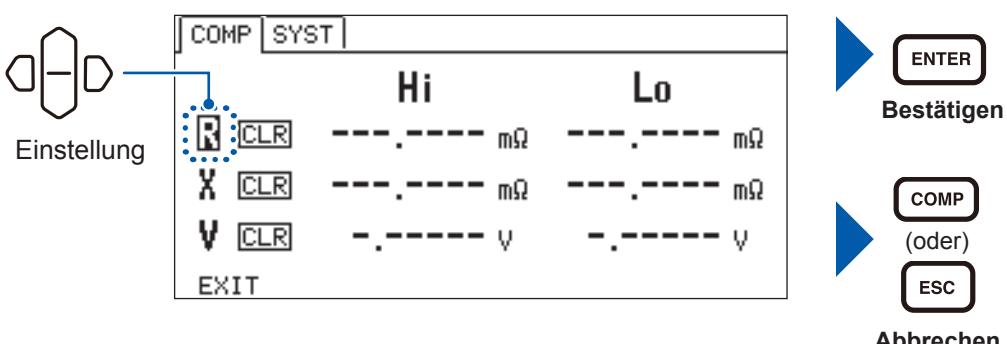
**1** Drücken Sie **COMP** (COMP). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)



**2** Wählen Sie die **[COMP]-Registerkarte**.



**3** Wählen Sie den Parameter **[R]**.



5

Auswertung der Messergebnisse (Komparator-Funktion)

- 4 Stellen Sie den oberen Grenzwert von **[R]** auf 7,5000 mΩ, den unteren Grenzwert auf 7,0000 mΩ.

Oberer Grenzwert   Unterer Grenzwert

Hi   Lo

R CLR +007.5000 mΩ +007.0000 mΩ

Hi   Lo

mΩ ---,--- mΩ   mΩ ---,--- mΩ

V   V

Weiter zum nächsten Zahlenwert (links oder rechts)  
Ändern des numerischen Werts (nach oben oder unten)

ENTER   Bestätigen

COMP (oder)   ESC

Abbrechen

- 5 Da Parameter **[X]** nicht verwendet wird, wird kein Wert eingestellt. (Die Anzeige **[---,---]** bedeutet deaktiviert.)

COMP SYST

Hi   Lo

R CLR +007.5000 mΩ +007.0000 mΩ

X CLR ---,--- mΩ ---,--- mΩ

V CLR -.-,--- V -.-,--- V

EXIT

- 6 Wählen Sie den Parameter **[V]**.

Auswahl

COMP SYST

Hi   Lo

R CLR +007.5000 mΩ +007.0000 mΩ

X CLR ---,--- mΩ ---,--- mΩ

V CLR -.-,--- V -.-,--- V

EXIT

ENTER   Bestätigen

COMP (oder)   ESC

Abbrechen

- 7 Stellen Sie den oberen Grenzwert von **[V]** auf 5,00000 V, den unteren Grenzwert auf 4,00000 V.

Weiter zum nächsten Zahlenwert (links oder rechts)  
Ändern des numerischen Werts (nach oben oder unten)

Hi   Lo

mΩ +007.0000 mΩ

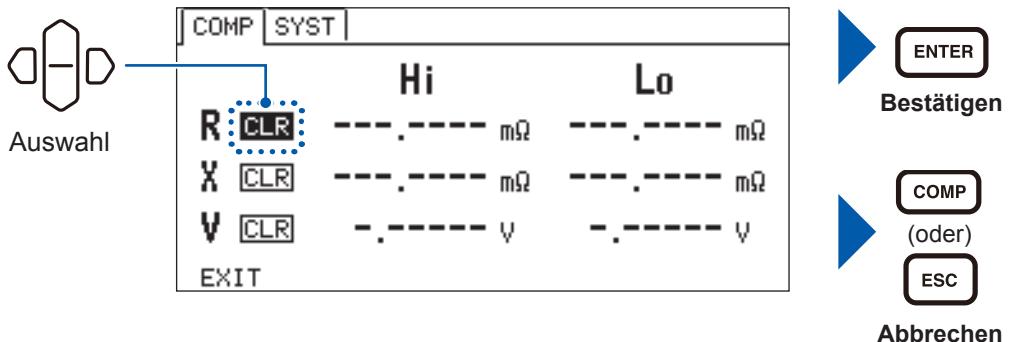
V CLR +5.00000 V +4.00000 V

ENTER   Bestätigen

COMP (oder)   ESC

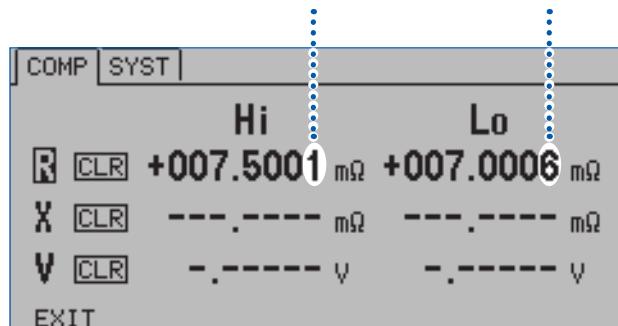
Abbrechen

Bei der Auswahl und Bestätigung von **[CLR]** wird der eingestellte Wert als **[----]** angezeigt und deaktiviert. Deaktivierte Parameter werden nicht bewertet.



Bei Einstellung des Bereichs auf 100 mΩ (Mindestauflösung 0,001 mΩ)  
Abgerundet auf die eingestellten Mindestzahlen.

Nach der Rundung beträgt der obere Grenzwert 7,500 mΩ, der untere 7,001 mΩ



#### Einstellbarer Bereich

R	-003,0000 bis +120,0000 mΩ
X	-120,0000 bis +120,0000 mΩ
Z	+000,0000 bis +120,0000 mΩ
θ	-180,000° bis +180,000°
V	-5,10000 V bis +5,10000 V
Gleich für alle Bereiche	

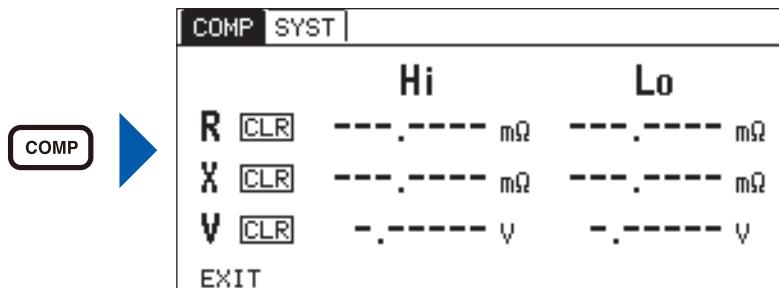
#### WICHTIG

Wenn der Hi-Wert niedriger eingestellt wird als der Lo-Wert, wird der Hi-Wert korrigiert, d.h. auf den Lo-Wert erhöht.

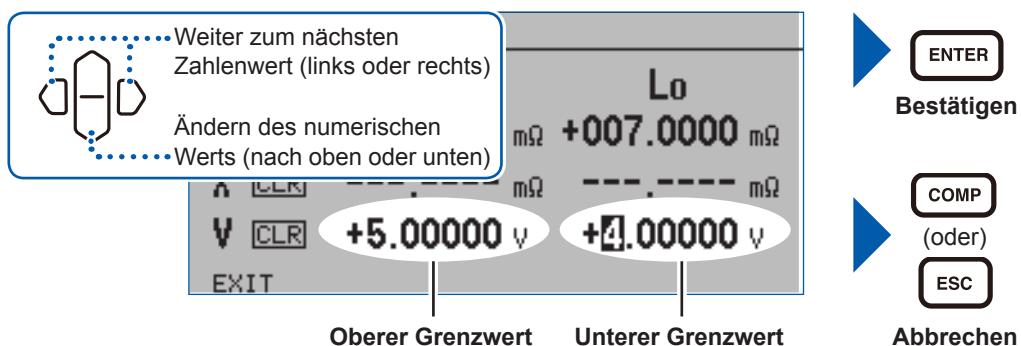
## 5.3 Auswertung der Spannung mithilfe des Absolutwerts

Der obere und untere Spannungsgrenzwert wird mithilfe des Absolutwerts bewertet.  
(R, X, Z und  $\theta$  können nicht für eine Auswertung mithilfe des Absolutwerts eingestellt werden.)

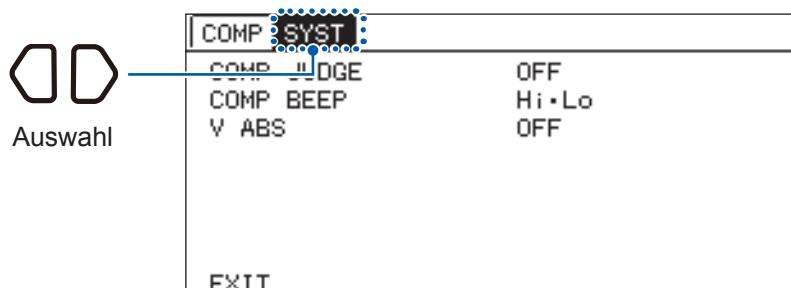
- 1 Drücken Sie **COMP** (**COMP**). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)



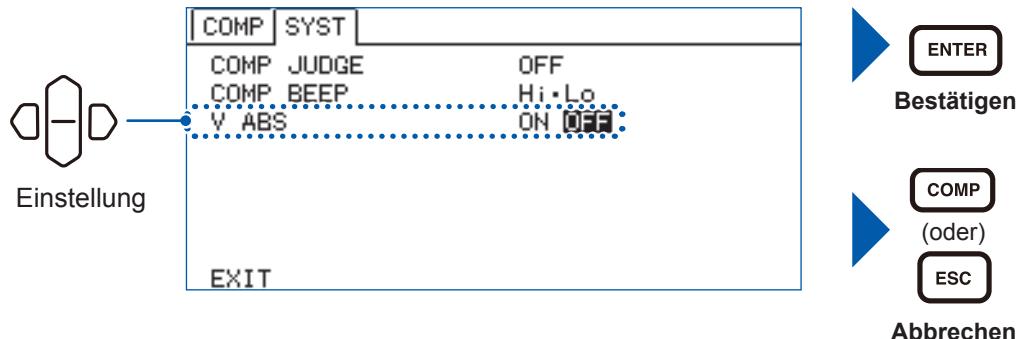
- 2 Einstellen des oberen und unteren Grenzwerts für **V**. (S.53)



- 3 Wählen Sie die **[SYST]**-Registerkarte.



- 4 Wählen Sie **[ON]** oder **[OFF]**.



## 5.4 Prüfen der Auswertung mithilfe von Tonsignalen

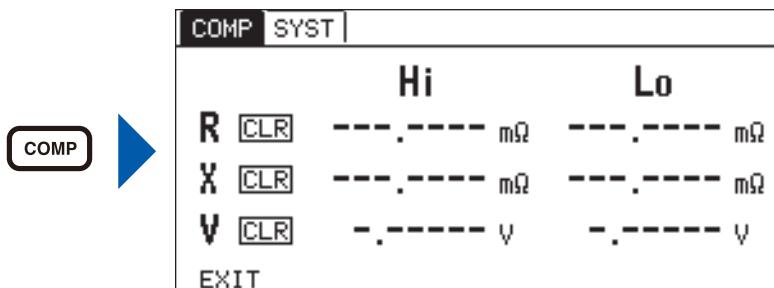
Wählen Sie aus, ob Sie einen Auswertungston für die Messergebnisse verwenden möchten.

- OFF** : Der Signalton ertönt nicht.
- Hi • Lo** : Beim Auswertungsergebnis Hi • Lo ertönt der Signalton (drei kurze Töne).
- IN** : Beim Auswertungsergebnis IN ertönt der Signalton (langer Ton).
- ALL** : Beim Auswertungsergebnis Hi • Lo ertönt der Signalton (drei kurze Töne).  
Beim Auswertungsergebnis IN ertönt der Signalton (langer Ton).

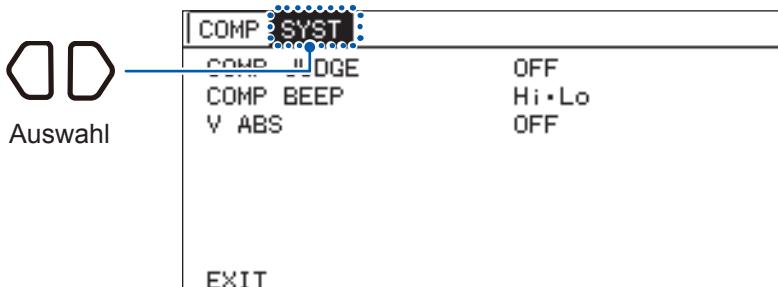
Auswertungsergebnis bei der Messung	Einstellen des Tons			
	OFF	Hi • Lo	IN	ALL
Hi	—	✓ (drei kurze Töne)	—	✓ (drei kurze Töne)
IN	—	—	✓ (langer Ton)	✓ (langer Ton)
Lo	—	✓ (drei kurze Töne)	—	✓ (drei kurze Töne)

—: Kein Signalton, ✓(langer Ton): Langer Signalton, ✓(drei kurze Töne): Drei kurze Signaltöne.

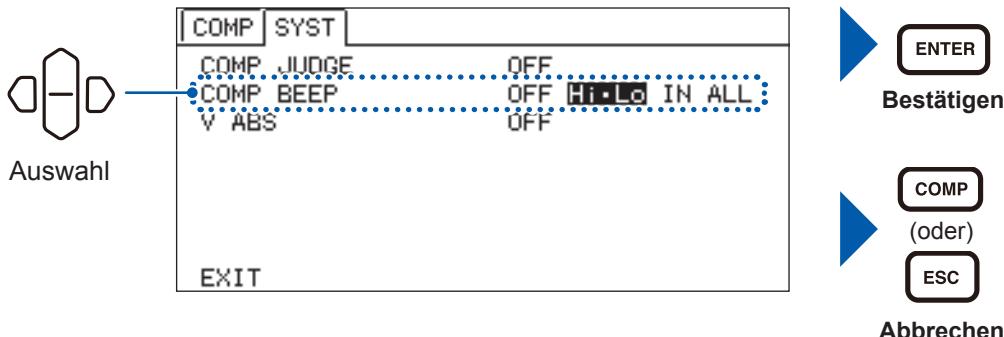
- 1** Drücken Sie **COMP** (COMP). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)



- 2** Wählen Sie die **[SYST]**-Registerkarte.



- 3** Wählen Sie den Signalton aus **[OFF]**, **[IN]**, **[Hi • Lo]**, **[ALL]**.

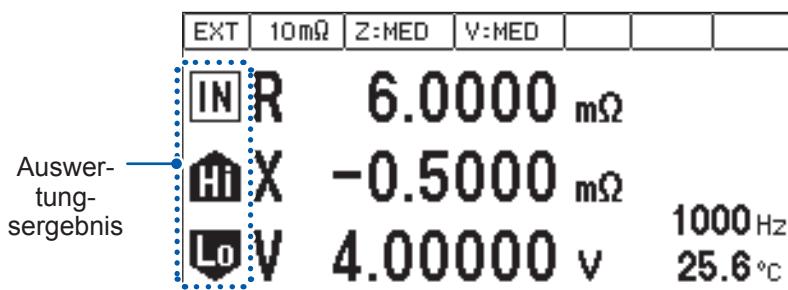


## 5.5 Prüfen des Auswertungsergebnisses

Das Symbol erscheint, je nach Auswertungsergebnis, links der Parameter auf dem Messbildschirm. Jedes einzelne Auswertungsergebnis, sowie das zusammenfassende Auswertungsergebnis aller Parameter wird an EXT.I/O ausgegeben.

Die PASS-Einstellung des zusammenfassenden Auswertungsergebnisses steht nur dann auf ON (FAIL steht auf OFF), wenn alle aktivierten und vom Komparator bewerteten Parameter im Bereich IN liegen.

<b>IN</b>	Wenn der Messwert niedriger liegt als der obere Grenzwert und höher als der untere Grenzwert.
<b>Hi</b>	Wenn der Messwert höher als der eingestellte obere Grenzwert liegt.
<b>Lo</b>	Wenn der Messwert niedriger als der eingestellte untere Grenzwert liegt.



Messergebnis	Auswertungsergebnis	Ausgabe von EXT. I/O					
		Hi	IN	Lo	ERR	PASS	FAIL
Hi Eingestellter Wert < Messwert	Hi	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
Lo Eingestellter Wert ≤ Messwert ≤ Hi Eingestellter Wert	IN	OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF
Messwert < Lo Eingestellter Wert	Lo	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON
Überschreitung	Hi	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
Messfehler	Keine Auswertung	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
Während Messunterbrechung	Keine Auswertung	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

# Speichern und Lesen der Messbedingungen (Panel speichern und laden)

Die aktuellen Messbedingungen werden auf dem Speicher des Instruments gesichert (Panelspeicherfunktion) und von dem Speicher durch Tastenbetätigung, Übertragung von Kommunikationsbefehlen oder über eine externe Steuerung gelesen. (Panelladefunktion) Das Instrument kann höchstens 126 Paneele Messbedingungen speichern. Die gespeicherten und von der Panelladefunktion lesbaren Messbedingungen sind auch bei Ausschalten des Geräts noch verfügbar.

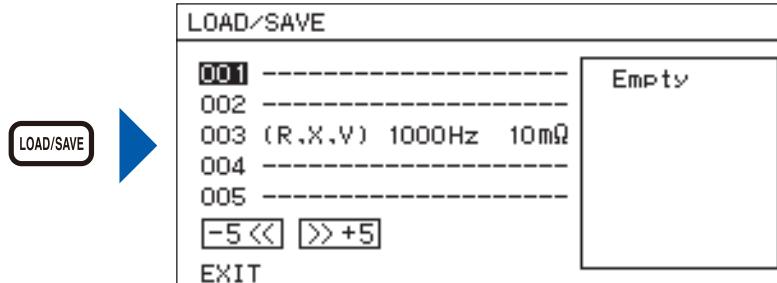
## Von der Panelspeicherfunktion speicherbare Elemente

<b>Speicher- inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messfunktionen</li> <li>• Impedanz- Messgeschwindigkeit</li> <li>• Nullabgleichsdaten</li> <li>• Mittelwert</li> <li>• Selbstkalibrierungseinstellun- gen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messbereich</li> <li>• Spannungs- Messgeschwindigkeit</li> <li>• Abtastverzögerungseinstel- lung</li> <li>• Flanken-Korrektoreinstellung</li> <li>• Messsignal- Nulldurchgangsstopp- Funktion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messfrequenz</li> <li>• Einstellung für den Nullabgleich</li> <li>• Komparatoreinstellung</li> <li>• Spannungsbegrenzung</li> <li>• Auslösequelle</li> </ul>
<b>Panelzahl</b>	126		

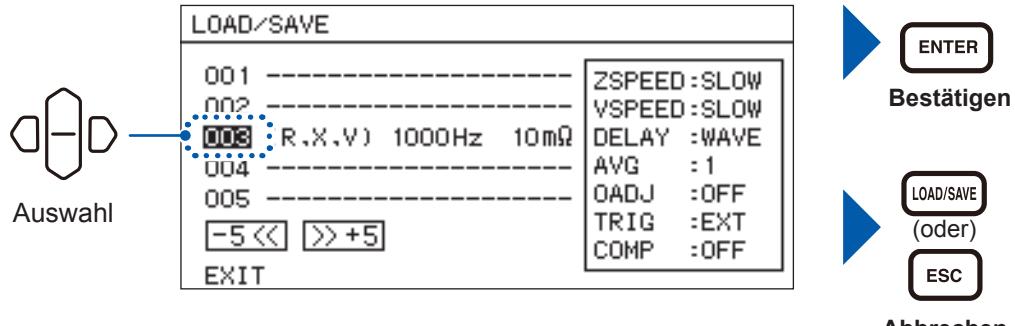
## 6.1 Speichern der Einstellungsbedingungen (Panelspeicherfunktion)

Speichert die aktuell eingestellten Messbedingungen.

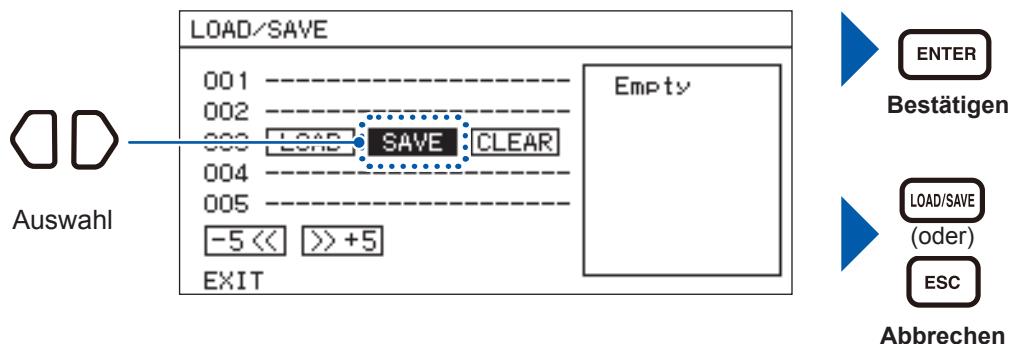
- 1 Drücken Sie  (LOAD/SAVE). (Der Panelbildschirm wird angezeigt.)



- 2 Wählen Sie die zu speichernde Panelzahl aus.



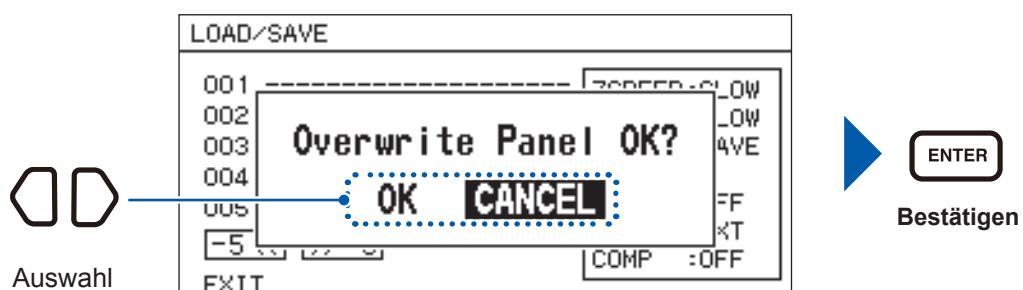
- 3 Wählen Sie [SAVE].



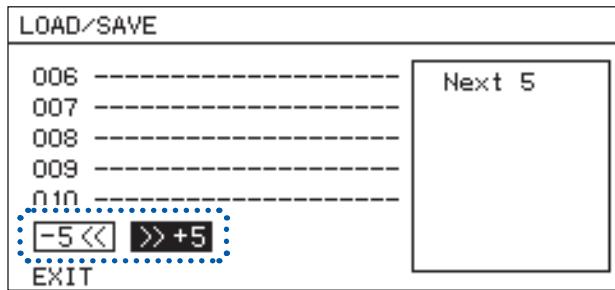
(Nach Auswahl der zu speichernden Panelzahl erscheint ein Bestätigungsfenster.)

OK: Überschreiben

CANCEL: Abbrechen



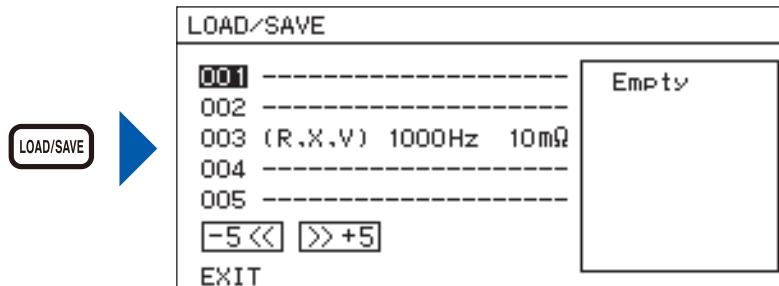
Bei Auswahl von **[+5]** werden die nächsten 5 Panelzahlen angezeigt. Bei Auswahl von **[-5]** werden die letzten 5 Panelzahlen angezeigt.



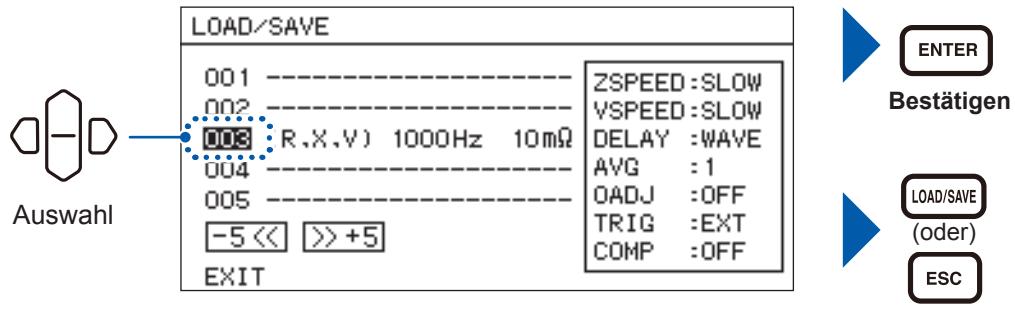
## 6.2 Lesen der Einstellungsbedingungen (Panelladefunktion)

Liest die gespeicherten Messbedingungen.

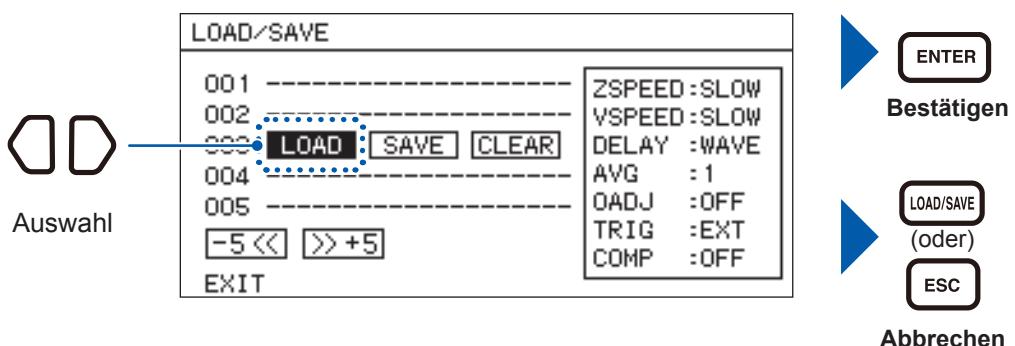
- 1 Drücken Sie  (LOAD/SAVE). (Der Panelbildschirm wird angezeigt.)



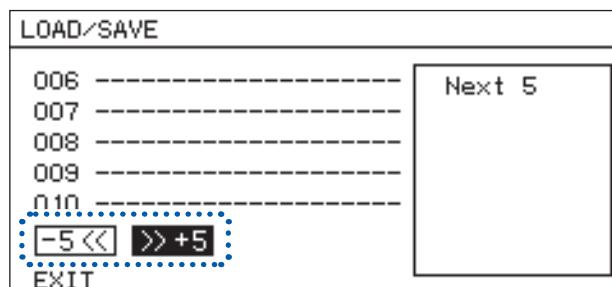
- 2 Wählen Sie die zu lesende Panelzahl aus.



- 3 Wählen Sie [LOAD].



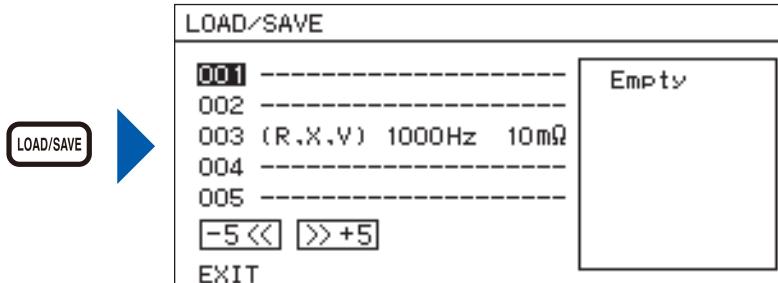
Bei Auswahl von [+5] werden die nächsten 5 Panelzahlen angezeigt. Bei Auswahl von [-5] werden die letzten 5 Panelzahlen angezeigt.



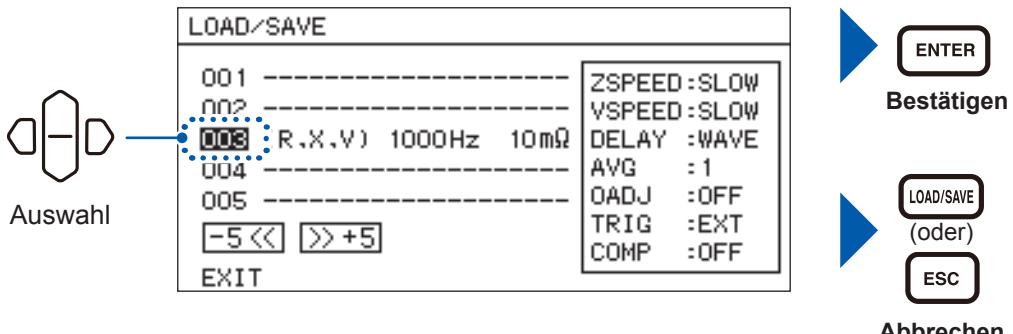
## 6.3 Löschen von Panelinhalten

Löschen gespeicherter Messbedingungen.

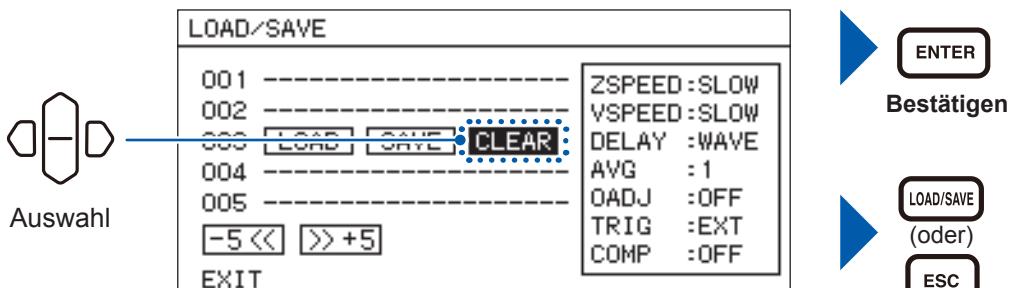
- 1** Drücken Sie **LOAD/SAVE** (LOAD/SAVE). (Der Panelbildschirm wird angezeigt.)



- 2** Wählen Sie die zu löschenende Panelzahl aus.

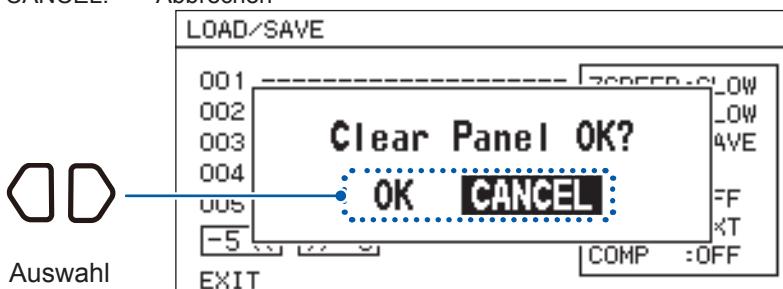


- 3** Wählen Sie **[CLEAR]**.



- 4** Ein Bestätigungsfenster wird angezeigt.

OK: Löschen  
CANCEL: Abbrechen





## 7.1 Aktivieren und Deaktivieren des Tastenbetriebs

Deaktiviert den Tastenbetrieb mit Ausnahme der Taste **START/STOP** (**START/STOP**).

## Deaktiviert

- 1 Drücken Sie **MENU** (**MENU**). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)

**MENU**

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0	waves	
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	MANUAL		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	OFF		
VOLTAGE LIMIT	OFF		
	EXIT		

- 2 Wählen Sie die **[SYST]**-Registerkarte.



Auswahl

MEAS	SYST	TEST	INFO
COM SPEED	9600 bps		
KEY BEEP	ON		
KEY LOCK	OFF		
CONTRAST	50 %		
BACKLIGHT	80 %		
RESET			
	EXIT		

- 3 Wählen Sie **[ON]**.



Auswahl

MEAS	SYST	TEST	INFO
COM SPEED	9600 bps		
KEY BEEP	ON		
KEY LOCK	ON OFF		
CONTRAST	50 %		
BACKLIGHT	80 %		
RESET			
	EXIT		

**ENTER**  
Bestätigen

**MENU**  
(oder)  
**ESC**

Abbrechen

- 4 **[LOCK]** wird auf dem Messbildschirm angezeigt und der Tastenbetrieb deaktiviert.

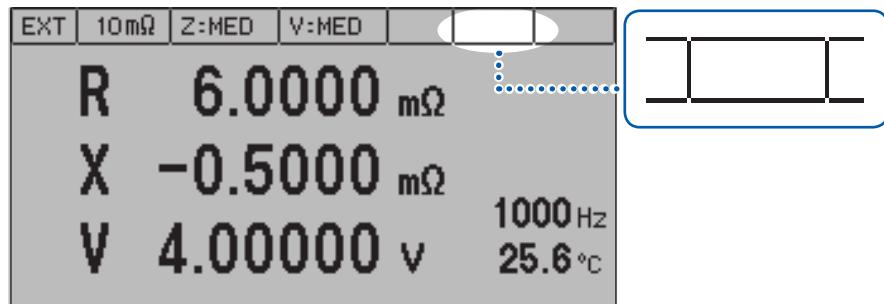
EXT	10mΩ	Z:MED	V:MED	LOCK	
R	6.0000	mΩ			
X	-0.5000	mΩ			
V	4.00000	v	1000 Hz	25.6 °C	

**LOCK**

**Aktiviert**

**1** Drücken Sie **LOCAL** (LOCAL) und halten Sie die Taste mind. 5 Sekunden lang gedrückt.

**2** **[LOCK]** erlischt auf dem Messbildschirm und der Tastenbetrieb ist aktiviert.



## 7.2 Aktivieren und Deaktivieren der Tastentöne

Aktiviert oder Deaktiviert die Tastentöne.

- 1** Drücken Sie  (MENU). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)

 MENU

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0	waves	
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	MANUAL		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	OFF		
VOLTAGE LIMIT	OFF		
EXIT			

- 2** Wählen Sie die [SYST]-Registerkarte.



Auswahl

MEAS	SYST	TEST	INFO
COM SPEED	9600 bps		
KEY BEEP	ON		
KEY LOCK	OFF		
CONTRAST	50 %		
BACKLIGHT	80 %		
RESET			
EXIT			

- 3** Wählen Sie [ON] oder [OFF].

ON : Der Betriebston ertönt.

OFF : Der Betriebston ertönt nicht.



Auswahl

MEAS	SYST	TEST	INFO
COM SPEED	9600 bps		
KEY BEEP	ON OFF		
KEY LOCK	OFF		
CONTRAST	50 %		
BACKLIGHT	80 %		
RESET			
EXIT			

 ENTER

Bestätigen

 MENU

(oder)

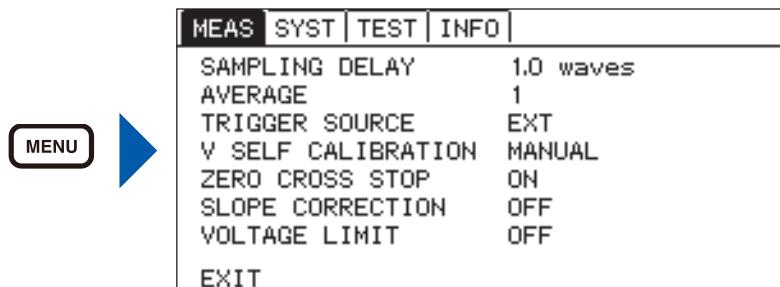
 ESC

Abbrechen

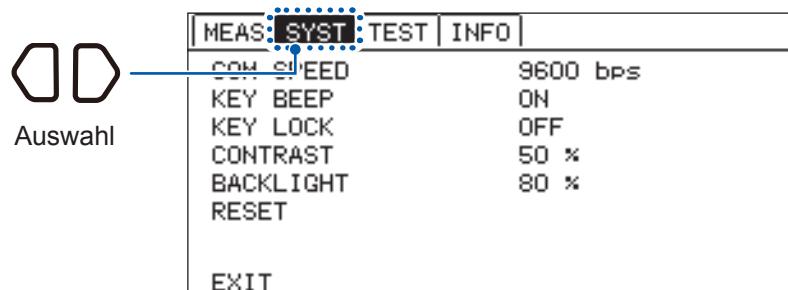
## 7.3 Anpassung des Bildschirmkontrastes

Bei bestimmten Umgebungstemperaturen ist die Sichtbarkeit des Bildschirms möglicherweise nicht gewährleistet. Die Sichtbarkeit des Bildschirms kann durch Anpassung des Bildschirmkontrastes verbessert werden.

- 1 Drücken Sie **[MENU]** (**[MENU]**). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)



- 2 Wählen Sie die **[SYST]**-Registerkarte.



- 3 Passen Sie den Bildschirmkontrast an.

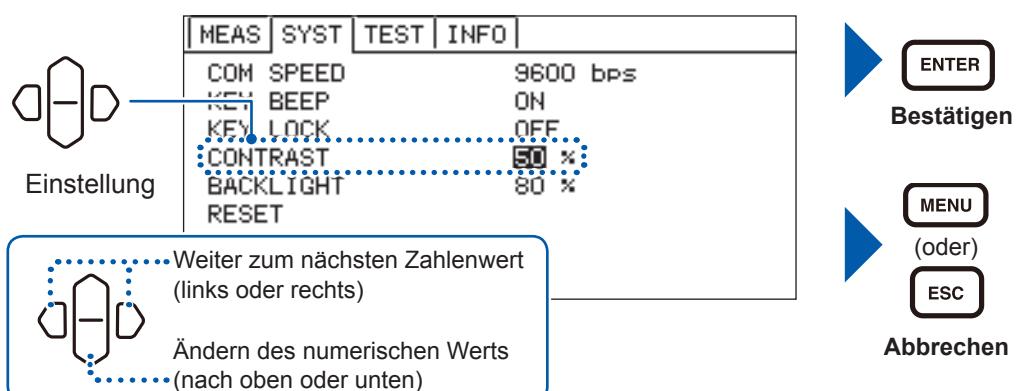


: Erhöht den Kontrast.



: Verringert den Kontrast.

Einstellungsbereich : 0% bis 100%, 5%-Schritte (Standardeinstellung: 50%)



## 7.4 Anpassung der Hintergrundbeleuchtung

Die Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung kann den Lichtverhältnissen vor Ort angepasst werden.

Wenn die Auslösequelle vom externen Auslöser aus eingestellt wird und 1 Minute lang kein Bedienvorgang erfolgt, wird die Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung automatisch reduziert.

- 1** Drücken Sie  (MENU). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)



MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0 waves		
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	MANUAL		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	OFF		
VOLTAGE LIMIT	OFF		
EXIT			

- 2** Wählen Sie die [SYST]-Registerkarte.



Auswahl

MEAS	SYST	TEST	INFO
COM SPEED	9600 bps		
KEY BEEP	ON		
KEY LOCK	OFF		
CONTRAST	50 %		
BACKLIGHT	80 %		
RESET			
EXIT			

- 3** Passen Sie die Hintergrundbeleuchtung an.



: Erhöhen Sie die Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung.



: Verringern Sie die Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung.

Einstellungsbereich : 10% bis 100%, 5%-Schritte (Standardeinstellung: 80%)



Einstellung



Bestätigen



(oder)



Abbrechen

MEAS	SYST	TEST	INFO
COM SPEED	9600 bps		
KEY BEEP	ON		
KEY LOCK	OFF		
CONTRAST	50 %		
BACKLIGHT	80 %		
RESET			



Weiter zum nächsten Zahlenwert  
(links oder rechts)



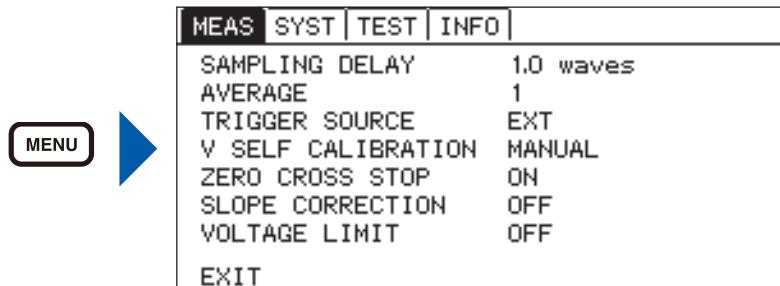
Ändern des numerischen Werts  
(nach oben oder unten)

## 7.5 Systemtest

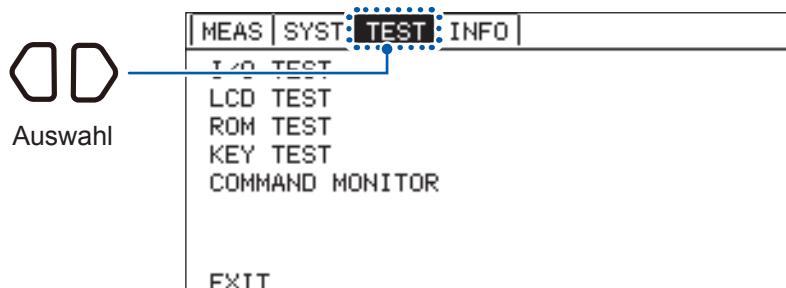
### I/O-TEST

Es kann ein Ein- und Ausgabetest von EXT. I/O durchgeführt werden. Das Ausgangssignal kann manuell ein- und ausgeschaltet werden. Zusätzlich kann der Status des Eingabesignals auf dem Bildschirm beobachtet werden.

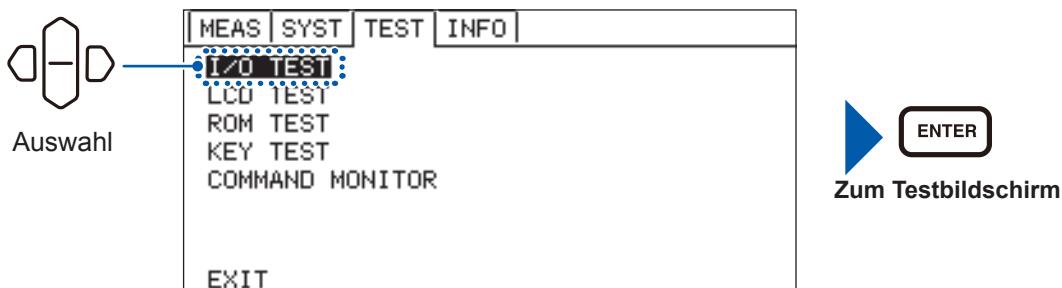
- 1** Drücken Sie  (MENU). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)



- 2** Wählen Sie die [TEST]-Registerkarte.

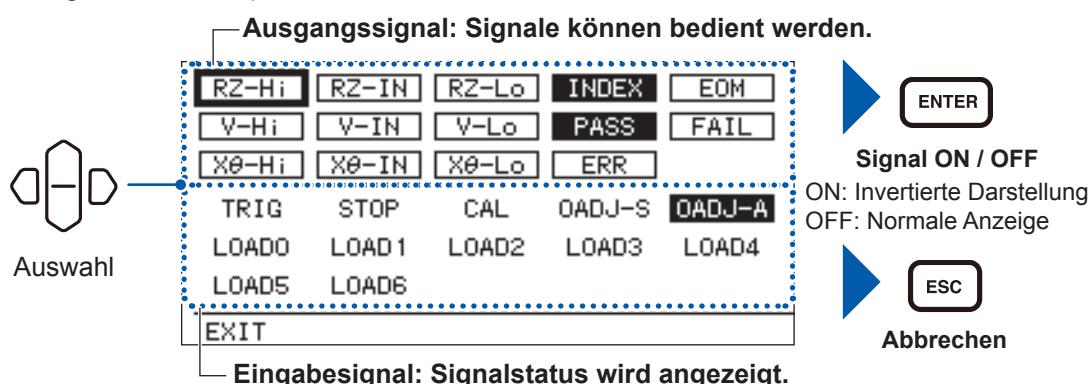


- 3** Wählen Sie [I/O TEST].



- 4** Testen Sie I/O-Geräte.

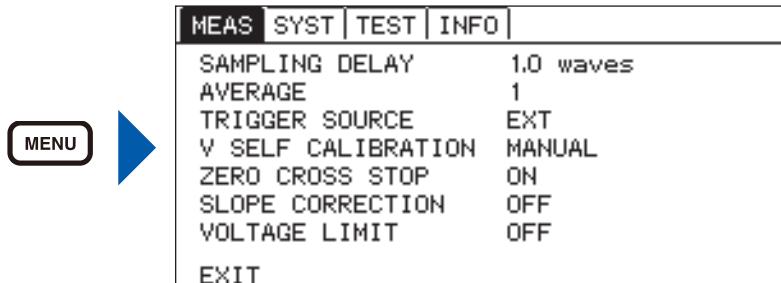
(Befehle und Abfragen konnten aufgrund der Kommunikation nicht während des I/O-Tests durchgeführt werden.)



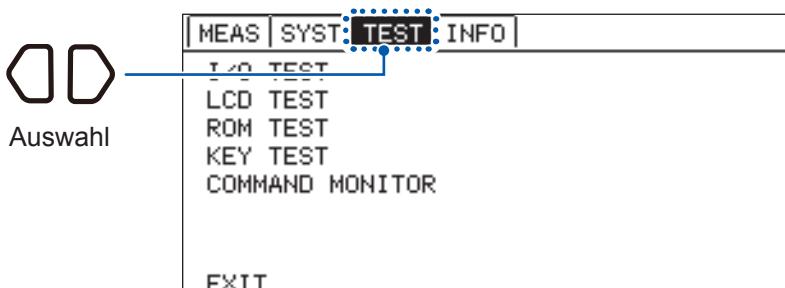
## TASTENTEST

Durch diesen Test kann überprüft werden, ob eine Taste defekt ist oder nicht.

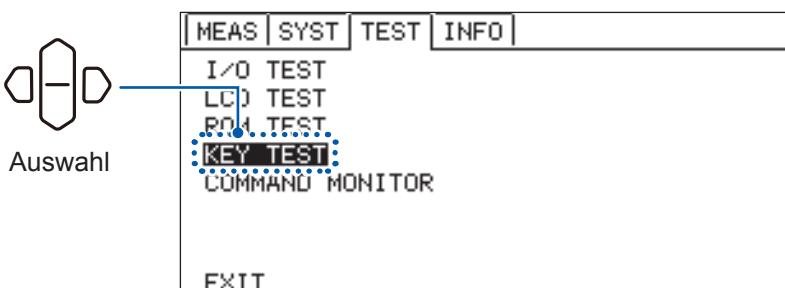
- 1** Drücken Sie **[MENU]** (**MENU**). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)



- 2** Wählen Sie die **[TEST]**-Registerkarte.



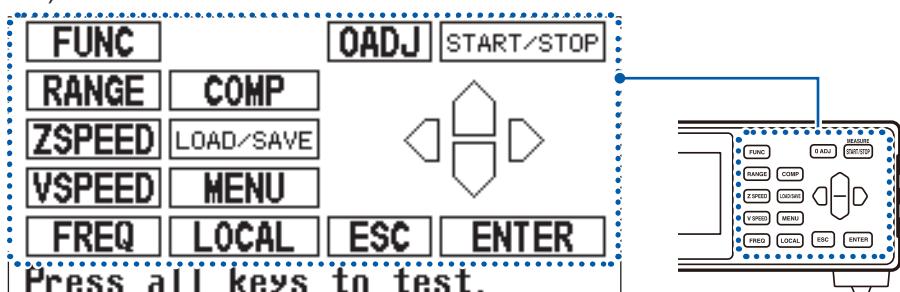
- 3** Wählen Sie **[KEY TEST]**.



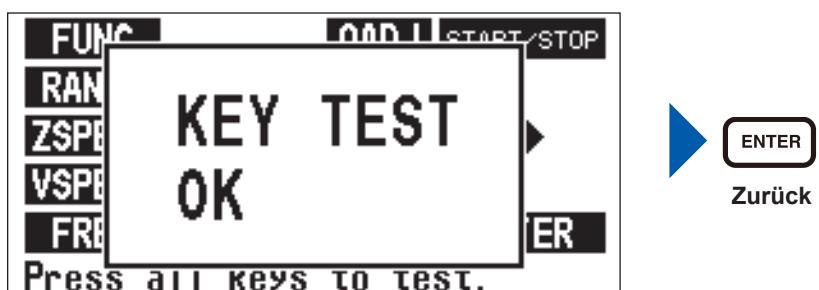
7

Systemeinstellung

- 4** Drücken Sie zum Testen die Tasten des Instruments.  
(Prüfen Sie, dass alle Tastenbezeichnungen auf dem Bildschirm in invertierter Darstellung angezeigt werden.)



- 5** Die Anzeige kehrt zum Tastentestbildschirm zurück.



## LCD-TEST

Durch diesen Test kann geprüft werden, ob sich auf dem Anzeigebildschirm tote Pixel befinden oder nicht.

- 1** Drücken Sie  (MENU). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)



MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0	waves	
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	MANUAL		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	OFF		
VOLTAGE LIMIT	OFF		
EXIT			

- 2** Wählen Sie die [TEST]-Registerkarte.



Auswahl

MEAS	SYST	TEST	INFO
I/O TEST			
LCD TEST			
ROM TEST			
KEY TEST			
COMMAND MONITOR			
EXIT			

- 3** Wählen Sie [LCD TEST].



Auswahl

 ENTER

Zum Testbildschirm

MEAS	SYST	TEST	INFO
I/O TEST			
LCD TEST			
ROM TEST			
KEY TEST			
COMMAND MONITOR			
EXIT			

- 4** Der Test-Erklärungsbildschirm wird angezeigt.

**LCD TEST:**  
Press the ENTER key.  
**EXIT:**  
Press the ESC key.

 ENTER

Ausführen

 ESC

Zurück

- 5** Drücken Sie **ENTER** und bestätigen Sie, dass alle Bildschirmsymbole wiederholt aufleuchten.  
(Die untere Anzeige gibt an, dass alle Bildschirmsymbole ausgeschaltet sind.)

 ENTER

Ausführen

 ESC

Zurück

**ROM-TEST**

Durch diesen Test kann geprüft werden, ob die Programmdaten des Instruments normal sind.

- 1** Drücken Sie  (**MENU**). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)



MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0 waves		
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	MANUAL		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	OFF		
VOLTAGE LIMIT	OFF		
EXIT			

- 2** Wählen Sie die **[TEST]**-Registerkarte.



Auswahl

MEAS	SYST	TEST	INFO
I/O TEST			
LCD TEST			
ROM TEST			
KEY TEST			
COMMAND MONITOR			
EXIT			



- 3** Wählen Sie **[ROM TEST]**.

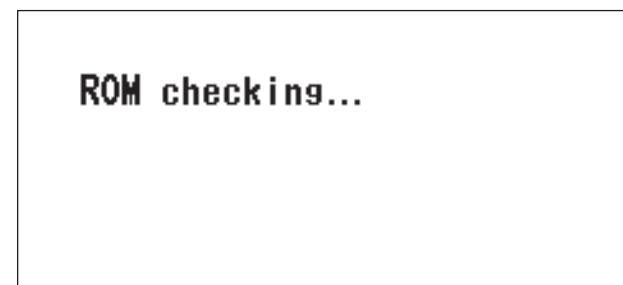


Auswahl

MEAS	SYST	TEST	INFO
I/O TEST			
LCD TEST			
ROM TEST			
KEY TEST			
COMMAND MONITOR			
EXIT			

   
Ausführen

- 4** Testen Sie ROM.



7

Systemeinstellung

- 5** Die Anzeige kehrt zum ROM-Testbildschirm zurück.

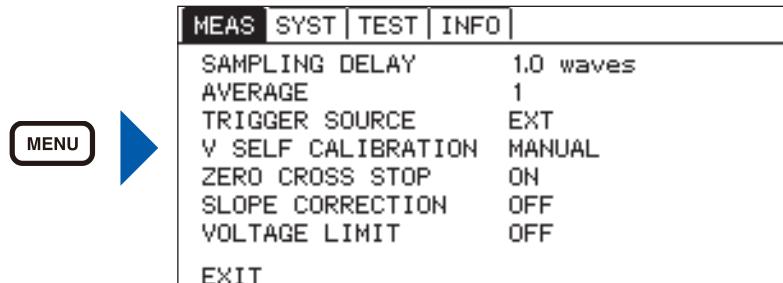
ROM TEST
OK

   
Zurück

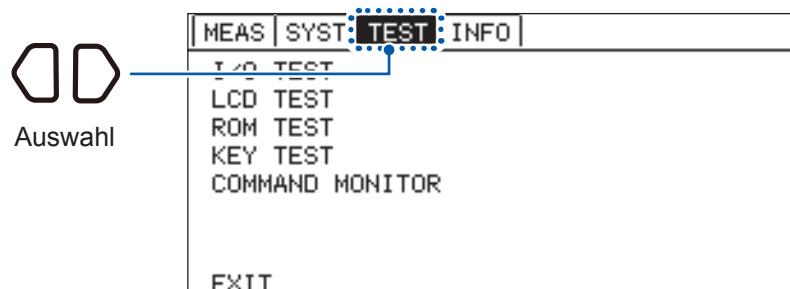
## BEFEHLÜBERWACHUNG

Antworten von Kommunikationsbefehlen und Abfragen können auf dem Bildschirm angezeigt werden.

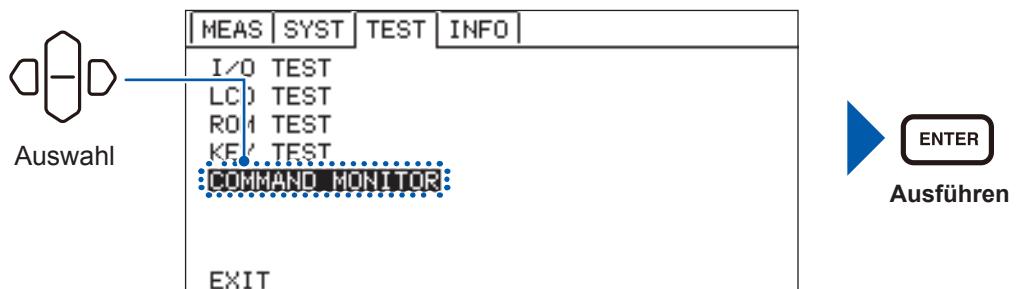
- 1** Drücken Sie **[MENU]** (**[MENU]**). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)



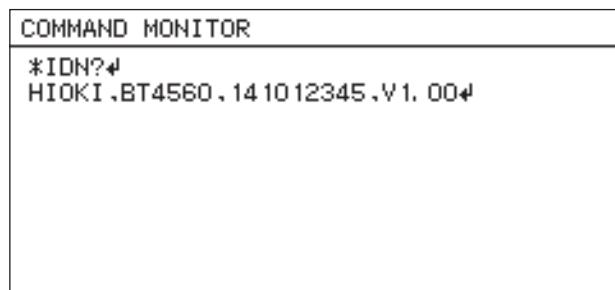
- 2** Wählen Sie die **[TEST]**-Registerkarte.



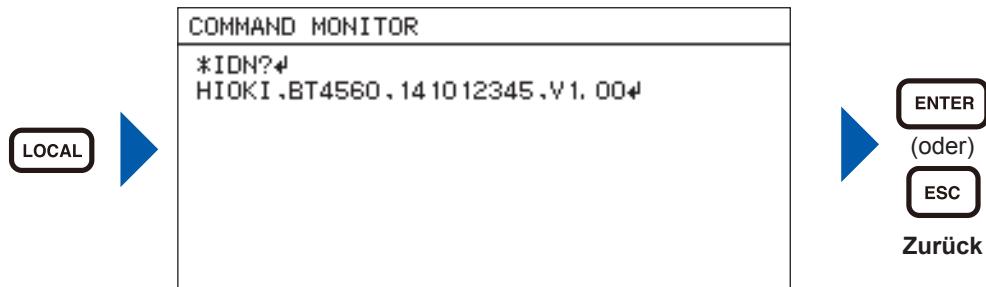
- 3** Wählen Sie **[COMMAND MONITOR]**.



- 4** Bestätigen Sie die Inhalte der Kommunikationsbefehle.

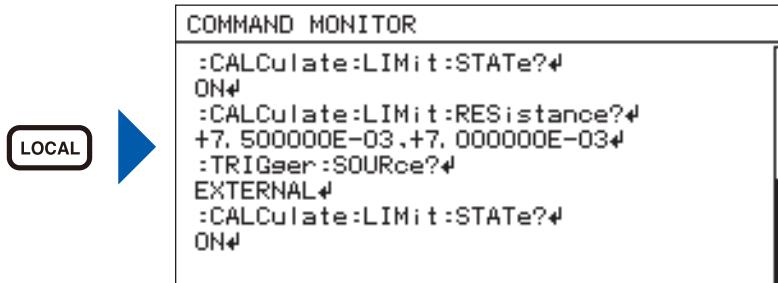


- 5** Drücken Sie **[LOCAL]** (**[LOCAL]**). (Tastenbetrieb ist aktiviert.)

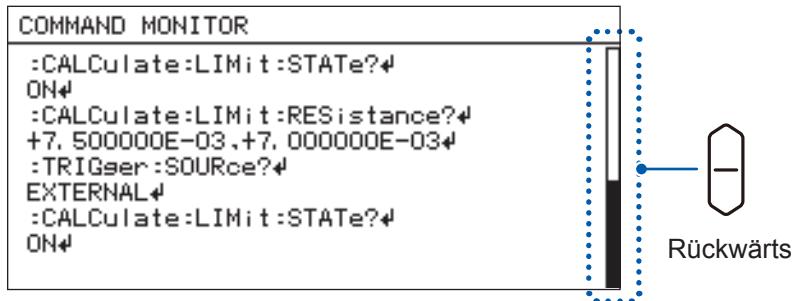


Scrollen Sie am Bildschirm, wenn die Bestätigungsanzeige voll ist.

- 1** Drücken Sie **LOCAL** (**LOCAL**). (Tastenbetrieb ist aktiviert.)



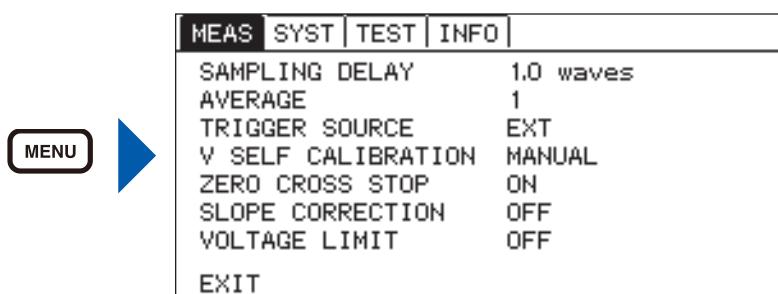
- 2** Scrollen Sie am Bildschirm.



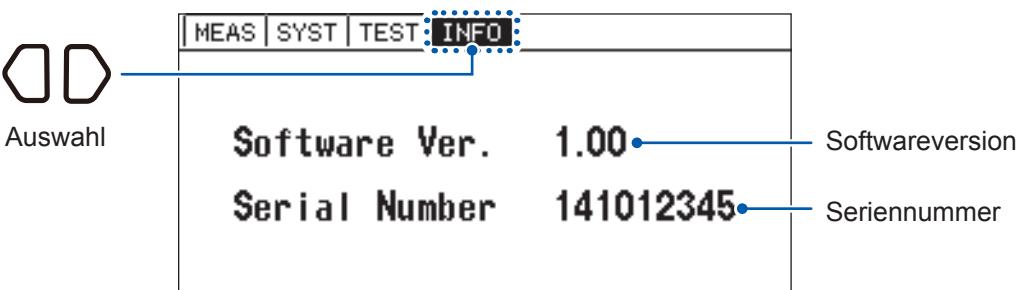
## 7.6 Bestätigen der Instrumenteninformation

Softwareversion und Seriennummer des Modells werden angezeigt.

- 1** Drücken Sie **MENU** (**MENU**). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)



- 2** Wählen Sie die **[INFO]**-Registerkarte.  
(Softwareversion und Seriennummer des Modells werden angezeigt.)



Die Seriennummer mit 9 Zeichen gibt das Jahr (erste zwei Ziffern) sowie den Monat der Herstellung (nächste zwei Ziffern) an.

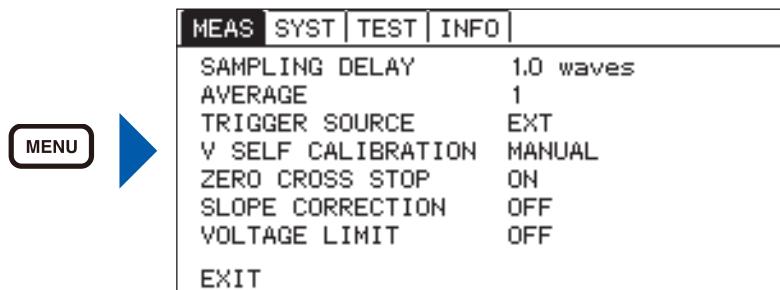
## 7.7 Zurücksetzen (Reset)

Bei der Reset-Funktion gibt es drei Methoden.

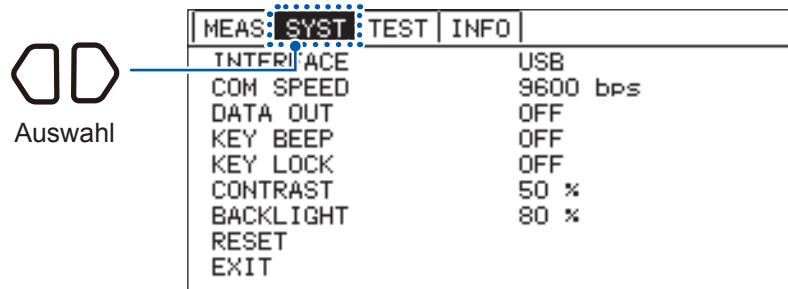
NORMAL	Zurücksetzen der Einstellungen auf die Werkseinstellungen, ausgenommen Schnittstelleneinstellungen, Nullabgleichswerte und Panelspeicherdaten.
SYSTEM	Zurücksetzen der Einstellungen auf die Werkseinstellungen, ausgenommen Schnittstelleneinstellungen.
LAN	Zurücksetzen der LAN-Einstellungen auf die Werkseinstellungen.

Einzelheiten zu den Reset-Elementen entnehmen Sie bitte „Tabelle mit Anfangseinstellungen“ (S. 78).

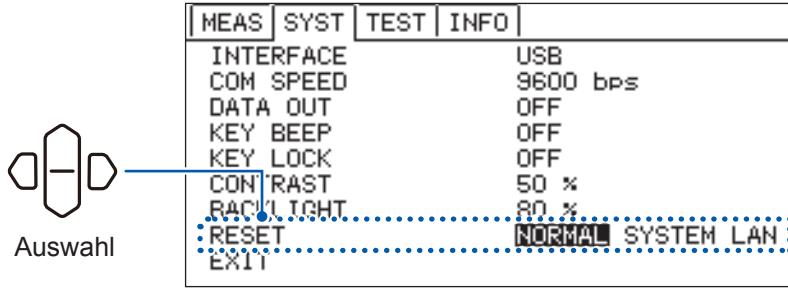
- 1** Drücken Sie  (MENU). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)



- 2** Wählen Sie die [SYST]-Registerkarte.



- 3** Wählen Sie die Reset-Methode aus.

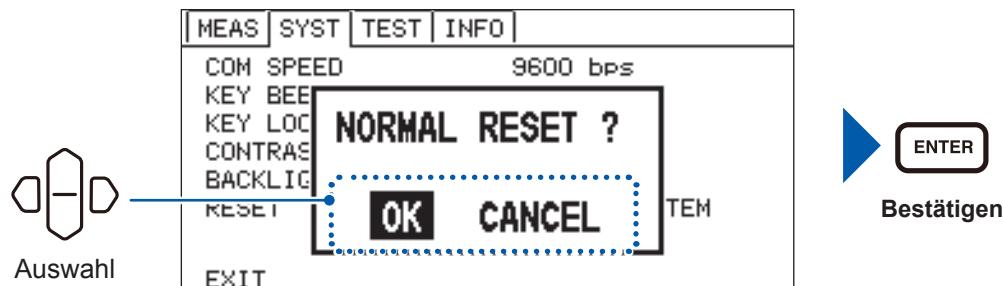


**4** Ein Bestätigungsfenster wird angezeigt.

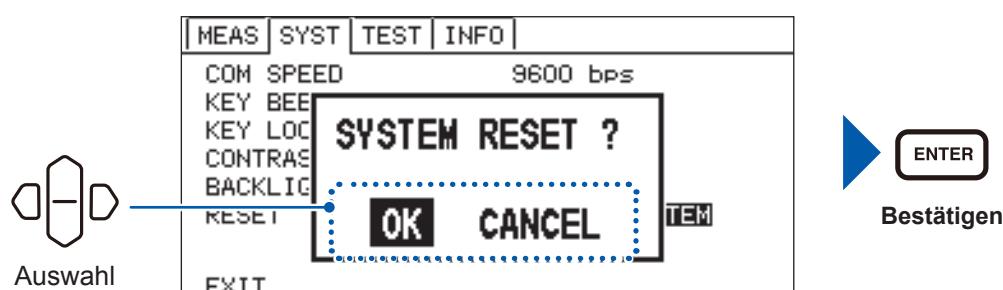
OK : Reset wird ausgeführt.

CANCEL : Kehrt ohne Durchführung des Vorgangs zum Messbildschirm zurück.

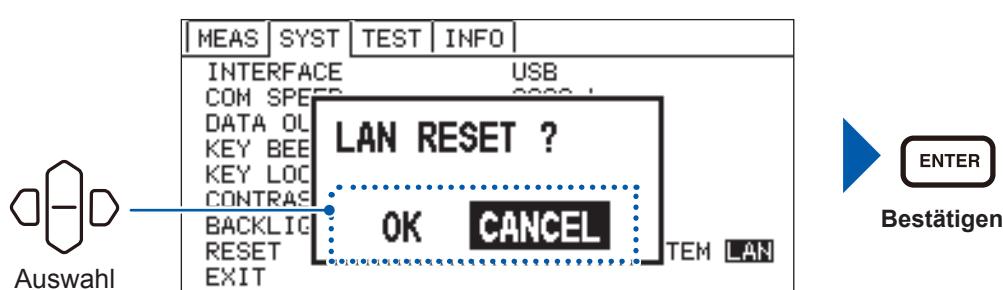
**Bei Auswahl von NORMAL**



**Bei Auswahl von SYSTEM**



**Wenn LAN ausgewählt ist**



**5** Die Anzeige kehrt nach Beendigung des Reset-Prozesses zum Messbildschirm zurück.

## Tabelle mit Anfangseinstellungen

Element		Standardeinstellung	Zurücksetzen durch normalen Reset (Kommunikation: *RST)	Zurücksetzen durch System-Reset (Kommunikation: SYSTem:RESet)	Kehrt bei Einschalten der Stromversorgung zu den Standardeinstellungen zurück.	Panelspeicher-/Panelladefunktion
	Bereich	10 mΩ				
	Messfrequenz	1000 Hz				
Messgeschwindigkeit	Spannungsmessung	MED				
	Impedanzmessung	MED				
	Funktion	(R,X,V,T)				
	Auslösequelle	EXT				
Komparator	ON/OFF	OFF				
	Auswertungssignalton	OFF				
	Auswertung über Spannungs-Absolutwert	OFF	✓			
	Oberer Grenzwert von R	OFF				
	Unterer Grenzwert von R	OFF				
	Oberer Grenzwert von X	OFF				
	Unterer Grenzwert von X	OFF				
	Oberer Grenzwert von Z	OFF				
	Unterer Grenzwert von Z	OFF				
	Oberer Grenzwert von θ	OFF				
	Unterer Grenzwert von θ	OFF				
	Oberer Grenzwert von V	OFF				
	Unterer Grenzwert von V	OFF				
Nullabgleich	Korrekturmodus	OFF				
	R Korrigierter Wert	0,0 mΩ				
	X Korrigierter Wert	0,0 mΩ				
	V Korrigierter Wert	0,0 V				
	Selbstkalibrierung	AUTO				
Abtastverzögerung	Verzögerungsmodus	WAVE				
	Verzögerungszeit	1,0 Schwingung				
	Zulässiger Abweichungsbereich	10 µV	✓			
	Mittelwert	1				
	Messsignal-Nulldurchgangsstopp	ON				
	Flanken-Korrektur	ON				
Spannungsbegrenzung	ON/OFF	OFF				
	Zulässiger Bereich	4,2 V				

Element	Standardeinstellung	Zurücksetzen durch normalen Reset (Kommunikation: *RST)	Zurücksetzen durch System-Reset (Kommunikation: SYSTEM:RESET)	Kehrt bei Einschalten der Stromversorgung zu den Standardeinstellungen zurück.	Panelsspeicher-/Panelladefunktion
Bildschirmkontrast	50%	✓	✓	-	-
Bildschirmhelligkeit	80%			✓	
Tastensperre	OFF			-	
Tastenton	ON			-	
Panelsspeicherung	Nicht registriert	-	-	-	✓
Schnittstelle	Kontinuierliche Messung (:INITiate:CONTinuous)	ON	-	✓	-
	Antwortformat für Messwert (:MEASure:VALid)	1 (Antwort nur für Messwert)		✓	
	Messwertausgabe	OFF		-	
	Kommunikationsgeschwindigkeit	9600 bps		-	
	Titel	OFF		-	
	Status Byte Register	0		-	
	Ereignisregister	0		-	
	Enable register	0		-	
	Typ	USB		-	
	IP-Adresse	192.168.1.1		-	
	Subnetzmaske	255.255.0.0		-	
	Standard-Gateway	OFF (0.0.0.0)		-	
	Portnummer	23		-	

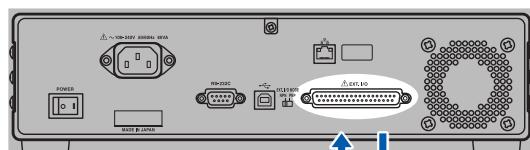
✓: Zutreffend, -: Nicht zutreffend

Zurücksetzen (Reset)

Durch Verwendung der EXT.I/O-Anschlüsse auf der Rückseite des Instruments kann das Instrument über externe Geräte wie PLC gesteuert werden.

Das Instrument kann auch durch Ausgabe des Messende- bzw. Auswertungsergebnis-Signals gesteuert werden oder durch Eingabe des Messstart-Signals über den EXT.I/O-Steckverbinder auf der Rückseite. Alle Signale sind vom Messstromkreis und der Erde isoliert. (Die gemeinsamen Anschlüsse für Ein- und Ausgabe werden geteilt.) Der Eingangsstromkreis kann gewechselt werden, sodass er dem Stromsenkausgang (NPN) oder Stromquellenausgang (PNP) entspricht.

Prüfen Sie zur richtigen Verwendung des Instruments die Eingabe-/Ausgabewerte und die Konfiguration des internen Stromkreises und machen Sie sich außerdem mit den Sicherheitshinweisen vertraut, bevor Sie ein Steuerungssystem anschließen.



Signaleingabe/-ausgabe

Prüfen Sie die Spezifikationen des Ein-/Ausgangs der Steuerung.



Stellen Sie die NPN/PNP-Schalter des Instruments ein (S.82).



Stellen Sie eine Verbindung zwischen dem EXT.I/O-Steckverbinder des Instruments und der Steuerung her (S.82).



Konfigurieren Sie die Einstellungen des Instruments.

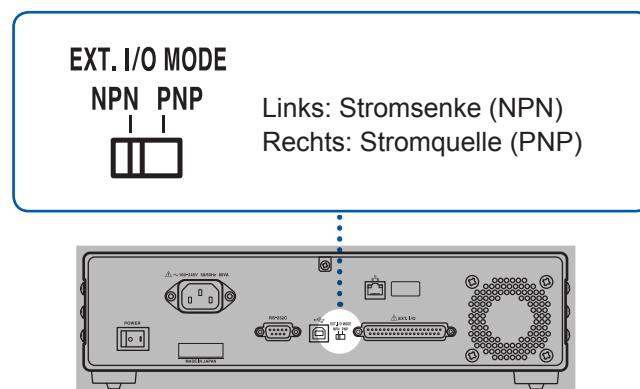
## 8.1 Externe Eingangs-/Ausgangs-Anschlüsse und Signale

### Austauschen von Stromsenke (NPN) / und Stromquelle (PNP)

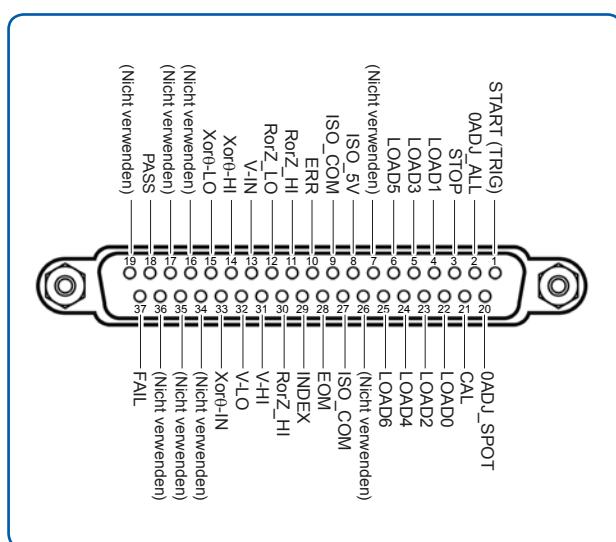
Vor dem Austauschen lesen Sie unbedingt den Abschnitt „Vor dem Austauschen von Stromsenke (NPN) und Stromquelle (PNP)“ (S. 10).

Der unterstützte PLC-Typ (programmierbare Steuerung) kann durch Verwendung des NPN/PNP-Schalters geändert werden. Die Werkseinstellung steht auf NPN.

	NPN/PNP-Schaltereinstellungen	
	NPN	PNP
BT4560 Eingangstromkreis	Entspricht Senkausgang	Entspricht Quellenausgang
BT4560 Ausgangstromkreis	Nicht-Polarität	Nicht-Polarität
ISO_5V-Ausgang	+5 V-Ausgang	-5 V-Ausgang



### Ausrichten von Steckverbinder und Signalen



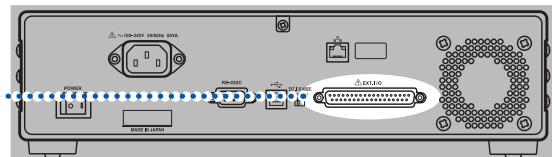
#### Steckverbinder

- D-Sub-Buchsenkontakt 37-polig mit #4-40-Inch-Schrauben

#### Gegenstecker

- DC-37P-ULR (Lötanschluss)
  - DCSP-JB37PR (Kompressionskontakt)
- Hergestellt von Japan Aviation Electronics Industry, Ltd.

Vergleichbare Produkte



Stift	Signalname	I/O	Funktion	Logik
1	START (TRIG)	IN	Messung starten (externer Auslöser)	Flanke
2	0ADJ_ALL	IN	Gesamt-Nullabgleich	Flanke
3	STOP	IN	Stoppen der Messung	Flanke
4	LOAD1	IN	Ladenummer Bit 1	Pegel
5	LOAD3	IN	Ladenummer Bit 3	Pegel
6	LOAD5	IN	Ladenummer Bit 5	Pegel
7	(Nicht verwenden)	-	-	-
8	ISO_5V	-	Isolierte Stromversorgung +5 V (-5 V)-Ausgang	-
9	ISO_COM	-	Gemeinsame isolierte Stromversorgung	-
10	ERR	OUT	Messfehler	Pegel
11	RorZ_HI	OUT	Auswertungsergebnis für Widerstand Hi, Auswertungsergebnis für Impedanz Hi	Pegel
12	RorZ_LO	OUT	Auswertungsergebnis für Widerstand Lo, Auswertungsergebnis für Impedanz Lo	Pegel
13	V_IN	OUT	Auswertungsergebnis IN	Pegel
14	Xorθ_HI	OUT	Auswertungsergebnis für Reaktanz Hi, Auswertungsergebnis für Phasenwinkel Hi	Pegel
15	Xorθ_LO	OUT	Auswertungsergebnis für Reaktanz Lo, Auswertungsergebnis für Phasenwinkel Lo	Pegel
16	(Nicht verwenden)	-	-	-
17	(Nicht verwenden)	-	-	-
18	PASS	OUT	Auswertungsergebnis PASS	Pegel
19	(Nicht verwenden)	-	-	-
20	0ADJ_SPOT	IN	Punkt-Nullabgleich (SPOT)	Flanke
21	CAL	IN	Selbstkalibrierung ausführen	Flanke
22	LOAD0	IN	Ladenummer Bit 0	Pegel
23	LOAD2	IN	Ladenummer Bit 2	Pegel
24	LOAD4	IN	Ladenummer Bit 4	Pegel
25	LOAD6	IN	Ladenummer Bit 6	Pegel
26	(Nicht verwenden)	-	-	-
27	ISO_COM	-	Gemeinsame isolierte Stromversorgung	-
28	EOM	OUT	Ende der Messung	Flanke
29	INDEX	OUT	Messreferenznummer	Pegel
30	RorZ_HI	OUT	Auswertungsergebnis für Widerstand IN, Auswertungsergebnis für Impedanz IN	Pegel
31	V_HI	OUT	Auswertungsergebnis für Spannung Hi	Pegel
32	V_LO	OUT	Auswertungsergebnis für Spannung Lo	Pegel
33	Xorθ_IN	OUT	Auswertungsergebnis für Reaktanz IN, Auswertungsergebnis für Phasenwinkel IN	Pegel
34	(Nicht verwenden)	-	-	-
35	(Nicht verwenden)	-	-	-
36	(Nicht verwenden)	-	-	-
37	FAIL	OUT	FAIL-Auswertungsergebnis	Pegel

**WICHTIG**

Die Steckverbinderschale ist leitend mit dem Metallgehäuse und dem Schutzleiterstift des Stromeingangs verbunden. Beachten Sie, dass sie nicht von der Masse isoliert ist.

## Funktionen der einzelnen Signale

### Eingabesignal

START (TRIG)	Wenn das START (TRIG)-Signal von OFF auf ON gestellt wird, wird einmalig eine Messung an der Flanke ausgeführt. Dies gilt nur, wenn die TRIGGER SOURCE auf extern [EXT] eingestellt ist.																																																																																																																																														
0ADJ_ALL	Wenn das 0ADJ_ALL-Signal von OFF auf ON gestellt wird, wird einmalig ein Gesamt-Nullabgleich (S.28) an der Flanke ausgeführt.																																																																																																																																														
STOP	Wenn das STOP-Signal von OFF auf ON gestellt wird, wird die Messung an der Flanke unterbrochen.																																																																																																																																														
0ADJ_SPOT	Wenn das 0ADJ_ALL-Signal von OFF auf ON gestellt wird, wird ein Punkt-Nullabgleich (S.28) an der Flanke ausgeführt.																																																																																																																																														
CAL	Wenn das CAL-Signal in der manuellen Selbstkalibrierungs-Einstellung von OFF auf ON gestellt wird, wird die Selbstkalibrierung an der Flanke gestartet. Dies ist nicht gültig, wenn die Selbstkalibrierung auf auto steht. Die Selbstkalibrierung dauert ca. 210 ms. Wenn während der Messung ein Schalter eingebaut wird, wird nach abgeschlossener Messung eine Selbstkalibrierung ausgeführt.																																																																																																																																														
LOAD0 bis LOAD6	Nach Auswahl der zu ladenden Panelzahl und Eingabe des TRIG-Signals wird die gewählte Panelzahl gelesen und gemessen. LOAD0 ist das LSB, und LOAD6 ist das MSB. Bei Eingabe des TRIG-Signals wird das Panel nicht geladen, sofern LOAD0 bis LOAD6 den vorher genannten entsprechen. Im obigen Fall wird bei Verwendung des externen Auslösers einmalig eine Messung als normales TRIG-Signal ausgeführt. Bei Verwendung des externen Auslösers gilt die Eingabe von LOAD0 bis LOAD6 nicht.																																																																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Panel-Zahl</th> <th>LOAD6</th> <th>LOAD5</th> <th>LOAD4</th> <th>LOAD3</th> <th>LOAD2</th> <th>LOAD1</th> <th>LOAD0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>*</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>1</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>ON</td></tr> <tr><td>2</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>ON</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>3</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>4</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>ON</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>5</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>ON</td><td>OFF</td><td>ON</td></tr> <tr><td>6</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>ON</td><td>ON</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>7</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>8</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>ON</td><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>.....</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>122</td><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td><td>OFF</td><td>ON</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>123</td><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td><td>OFF</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>124</td><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>125</td><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td><td>OFF</td><td>ON</td></tr> <tr><td>126</td><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>*</td><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> </tbody> </table>								Panel-Zahl	LOAD6	LOAD5	LOAD4	LOAD3	LOAD2	LOAD1	LOAD0	*	OFF	1	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	2	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	3	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	4	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	5	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	6	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	7	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	8	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	.....								122	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	OFF	123	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	124	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	125	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	126	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	*	ON												
Panel-Zahl	LOAD6	LOAD5	LOAD4	LOAD3	LOAD2	LOAD1	LOAD0																																																																																																																																								
*	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF																																																																																																																																								
1	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON																																																																																																																																								
2	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF																																																																																																																																								
3	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON																																																																																																																																								
4	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF																																																																																																																																								
5	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON																																																																																																																																								
6	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF																																																																																																																																								
7	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON																																																																																																																																								
8	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF																																																																																																																																								
.....																																																																																																																																															
122	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	OFF																																																																																																																																								
123	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	ON																																																																																																																																								
124	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF																																																																																																																																								
125	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	ON																																																																																																																																								
126	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF																																																																																																																																								
*	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON																																																																																																																																								
<p>* Wenn alle LOAD0 bis LOAD6 auf ON oder OFF gestellt und dann das START (TRIG)-Signal auf ON, wird das Panel nicht geladen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bei Einstellung auf den externen Auslöser wird nach Beendigung des Ladevorgangs einmalig eine Messung ausgeführt.</li> <li>Bei Einstellung auf den internen Auslöser wird das Panel nicht geladen.</li> </ul>																																																																																																																																															

## Ausgangssignal

ERR	Bei Auftreten eines Messfehlers (S.32) wechselt die Ausgabe zu ON. (Bei einer Überschreitung des Messbereichs steht die Ausgabe auf OFF.) ERR wird direkt vor Ausgabe des EOM-Signals aktualisiert. Wenn ERR auf ON steht, werden alle Komparator-Auswertungsausgaben auf OFF gestellt. Bei einem Messfehler: ERR-Ausgabe wechselt zu ON Bei einer ordnungsgemäßen Messung: ERR-Ausgabe wechselt zu OFF
PASS	Wenn die Auswertung ergibt, dass alle Messparameter-Ergebnisse im Bereich IN liegen, steht PASS auf ON. Beispiel 1: Bei Einstellung der Funktionen (R, X, V, T) steht PASS auf ON, wenn alle Messergebnisse von R, X, V im Bereich IN liegen. Beispiel 2: Bei Einstellung der Funktionen (V, T) steht PASS auf ON, wenn das Messergebnis von V im Bereich IN liegt.
EOM	EOM bedeutet das Ende der Messung. Wenn EOM auf ON wechselt, wurde das Komparatorergebnis und die ERR-Ausgabe bestimmt.
INDEX	INDEX zeigt an, dass die A/D-Konvertierung im Messstromkreis beendet wurde. Wenn das Signals von OFF auf ON wechselt, kann das Messobjekt vom Messfühler getrennt werden.
FAIL	Die Einstellung steht auf ON, wenn die Komparator-Auswertungsergebnisse Hi oder Lo lauten.
RorZ_HI	Das Komparator-Auswertungsergebnis für Widerstand oder Impedanz lautet RorZ_HI.
RorZ_IN, RorZ_LO	Die Komparator-Auswertungsergebnisse für Widerstand oder Impedanz lauten RorZ_IN und RorZ_LO.
V_HI, V_IN, V_LO	Sie sind die Auswertungsergebnisse für die Komparatorenspannung.
Xorθ_HI, Xorθ_IN, Xorθ_LO	Sie sind die Auswertungsergebnisse für Komparatorreaktanz oder -phasenwinkel.

### WICHTIG

- Während Änderung der Messbedingungen des Instruments können die I/O-Signale nicht verwendet werden.
- Bei Einschalten des Stroms werden EOM- und INDEX-Signal auf ON gestellt.
- Wenn eine Änderung der Messbedingungen nicht nötig ist, legen Sie alle LOAD0 bis LOAD6 auf ON oder OFF fest.
- Um fehlerhafte Auswertungen zu vermeiden, prüfen Sie die PASS- und FAIL-Signale für die Komparator-Auswertung.

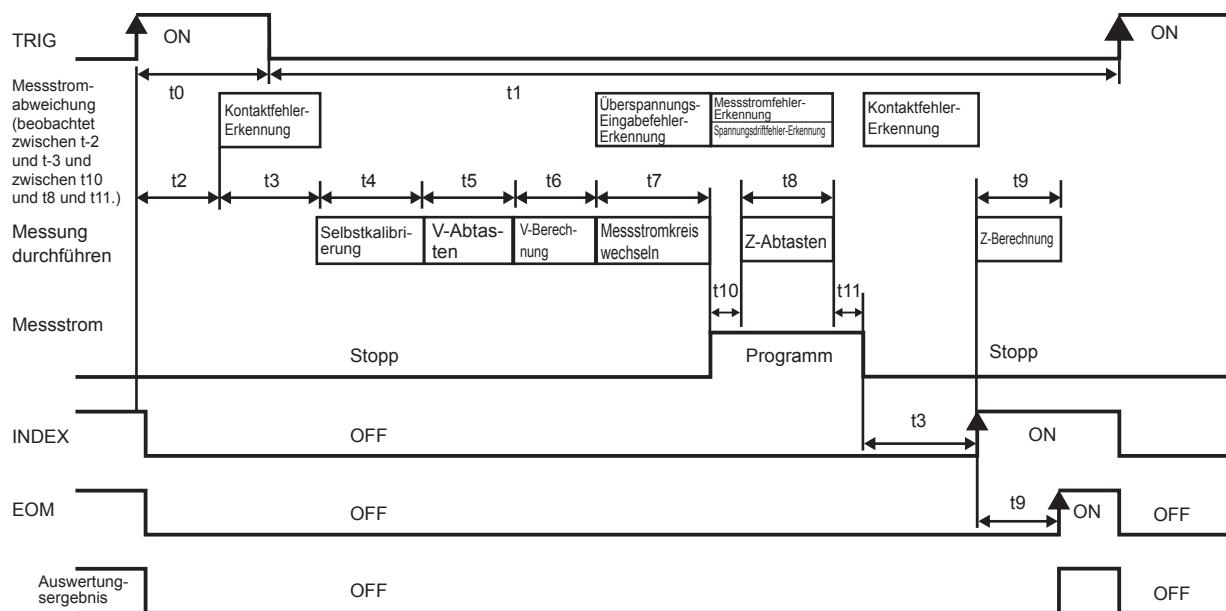
## 8.2 Ablaufdiagramm

Die Signalpegel der einzelnen Signale zeigen den ON/OFF-Status der Kontakte an. Für die Einstellung der Stromquelle (PNP) entsprechen die Signalpegel dem Spannungspegel der EXT.I/O-Anschlüsse. Für die Einstellung der Stromsenke (NPN) sind die Spannungspegel Hoch und Tief invertiert.

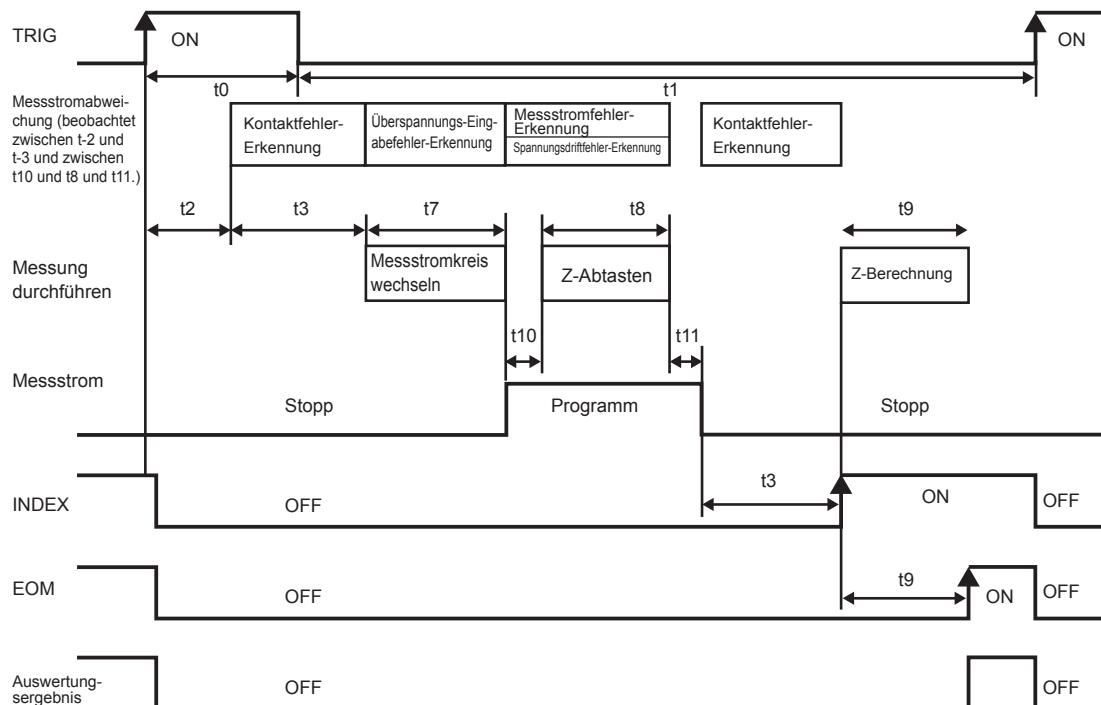
### Erhebung der Auswertungsergebnisse nach Messstart

#### (1) Bei Einstellung des externen Auslösers [EXT]

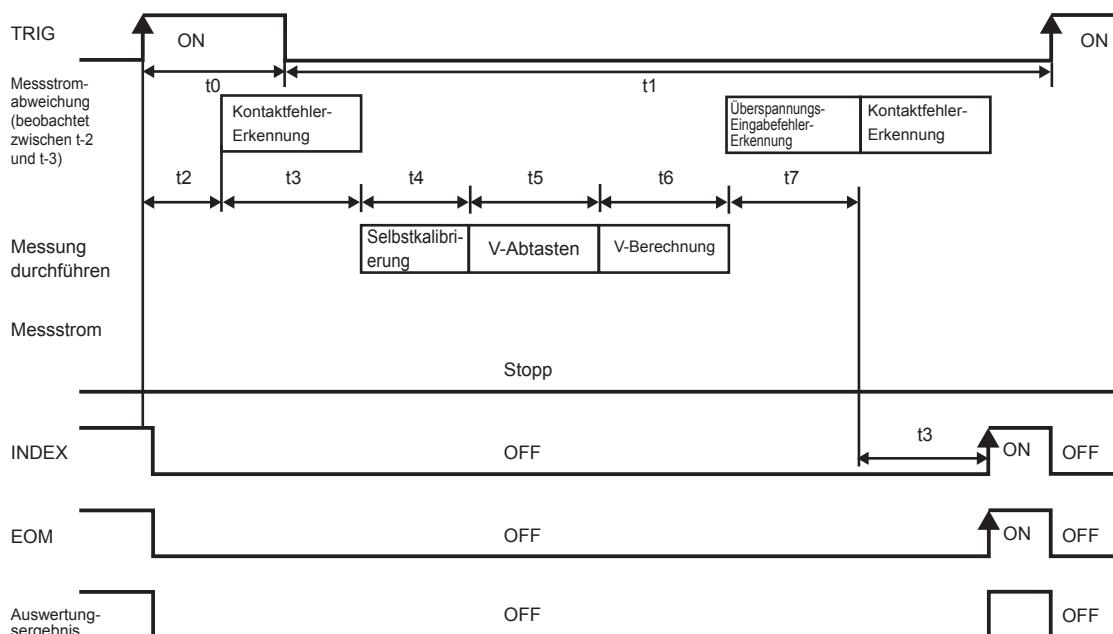
Bei den Messfunktionen (R, X, V, T), (Z,  $\theta$ , V, T)



Auswertungsergebnisse: HI, IN, LO, PASS, FAIL, ERR

Bei den Messfunktionen (R, X, T), (Z,  $\theta$ , T)

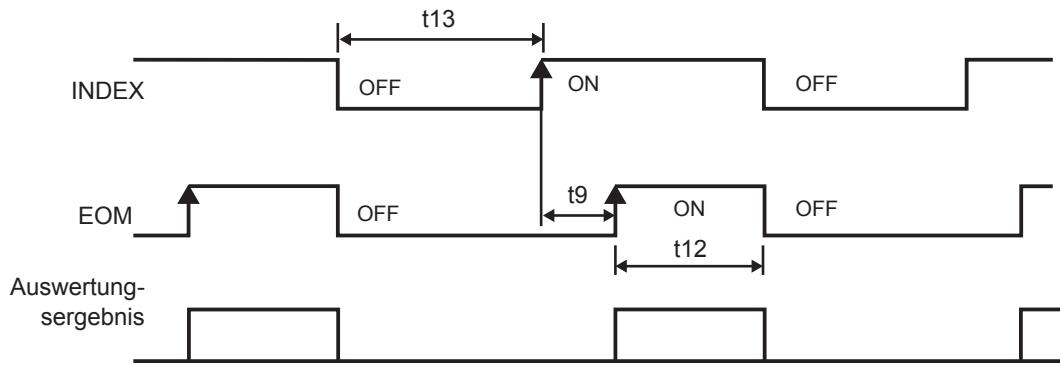
## Bei den Messfunktionen (V, T)



- Geben Sie das TRIG-Signal nicht bei laufender Messung ein (INDEX-Signal steht auf OFF).
- Bei Änderung von Einstellungen wie der Messfrequenz geben Sie das TRIG-Signal nach der Verarbeitungszeit ein (ca. 15 ms).
- Das Eingabesignal wird deaktiviert, wenn der Messbildschirm nicht geöffnet ist oder eine Fehlermeldung angezeigt wird.
- Die Ausgabe des Auswertungsergebnisses findet statt, bevor das EOM-Signal auf ON wechselt. Bei langsamer Antwort des Eingangskreises der Steuerung kommt es zu einer Wartezeit zwischen Erkennung des ON-Status des EOM-Signals und Lesen der Auswertungsergebnisse.

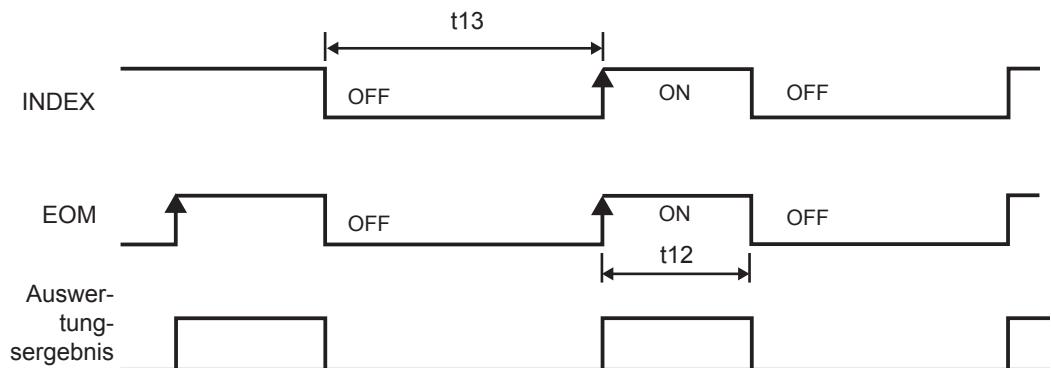
## (2) Bei Einstellung des internen Auslösers [INT]

Bei den Messfunktionen (R, X, V, T), (Z, θ, V, T), (R, X, T), (Z, θ, T)



Auswertungsergebnisse: HI, IN, LO, PASS, FAIL, ERR

Bei den Messfunktionen (V, T)



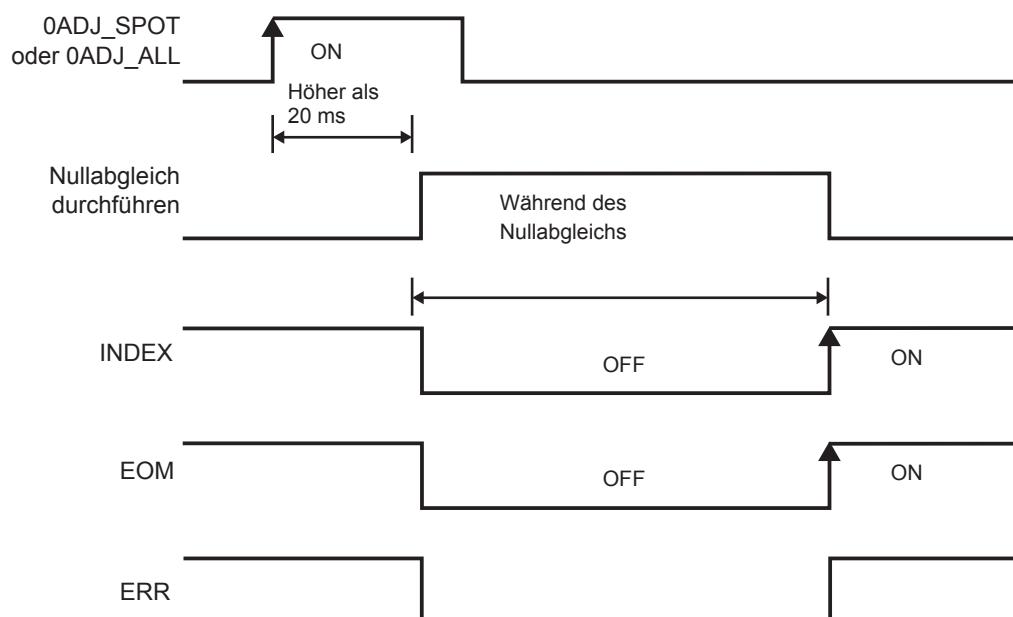
## Beschreibung der Ablaufdiagramm-Intervalle

Element	Inhalt	Zeit (ungefährer Wert)	Anmerkungen
t0	ON-Zeit des Auslöseimpulses	0,1 ms oder mehr	
t1	OFF-Zeit des Auslöseimpulses	1 ms oder mehr	
t2	Reaktionszeit	0,1 ms	
t3	Kontaktprüfzeit	10 ms	
t4	Selbstkalibrierungszeit	210 ms	Wenn die Selbstkalibrierung auf AUTO steht, wird sie ausgeführt. Wenn die Selbstkalibrierung auf MANUAL steht, wird sie bei Eingabe des CAL-Signals ausgeführt. Einzelheiten finden Sie unter S.43.
t5	Abtastdauer bei Spannungsmessung	100 ms/400 ms/ 1 s	Messgeschwindigkeit: FAST/MED/SLOW
t6	Berechnungszeit bei Spannungsmessung	0,1 ms	
t7	Wechselzeit des Messstromkreises	58 ms	
t8	Abtastdauer bei Impedanzmessung	$(1/f) \times N + T + 0,016^*$	f: Messfrequenz, N: Messschwingungszahl, T: Abtast-Kontrollzeit. Die Messschwingungszahl wird aus der Messgeschwindigkeit und der Durchschnittszahl bestimmt. Einzelheiten entnehmen Sie bitte S.26, S.44 und S.110. Die Abtast-Kontrollzeit variiert je nach Frequenz. $T=0,088 \div f$ (f: 0,1 Hz bis 66 Hz) $T=0,36 \div f$ (f: 67 Hz bis 250 Hz) $T=1,5 \div f$ (f: 260 Hz bis 1050 Hz)

Ele- ment	Inhalt	Zeit (ungefährer Wert)	Anmerkungen
t9	Berechnungszeit bei Impedanzmessung	70 ms	Messfrequenz: 1 kHz, Z Messgeschwindigkeit: SLOW, Flanken-Korrektur: repräsentativer Wert von ON
t10	Abtastverzögerung	$(1/f) \times M^* + 0,005$ s	f: Messfrequenz, M: Schwingungszahl der Abtastverzögerungs-Einstellung Die Schwingungszahleinstellung entnehmen Sie bitte (S.40).
t11	Messsignal bei Nulldurchgangserkennung	$(1/f)$ oder weniger*	f: Messfrequenz Um zu verhindern, dass das Messobjekt geladen bzw. entladen wird, wird das zugeführte AC-Signal am Nulldurchgang beendet. Es wird zugeführt, wenn die Funktion Messsignal-Nulldurchgangsstopp auf ON steht. (S.49)
t12	EOM-Impulsbreite im internen Auslöser	100 ms	
t13	Gesamtmessungszeit	$t_2 + t_3 \times 2 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11}$	Bei den Funktionen (Z,θ,V,T) oder (R,X,V,T)
		$t_2 + t_3 \times 2 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11}$	Bei den Funktionen (Z,θ,T) oder (R,X,T)
		$t_2 + t_3 \times 2 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7$	Bei den Funktionen (V,T)

\* Einheit: „s“.

## Zeitsteuerung für Nullabgleich



Abhängig vom Ergebnis des Nullabgleichs steht das ERR-Signal auf ON oder OFF. Bei ordnungsgemäßem Verlauf des Nullabgleichs steht ERR auf OFF. Bei nicht ordnungsgemäßem Verlauf des Nullabgleichs steht ERR zeitgleich mit EOM auf ON.

### WICHTIG

Die Signale 0ADJ\_SPOT und 0ADJ\_ALL werden eingegeben, wenn sich das Instrument nicht im Messzustand befindet.

## Zeitsteuerung für Selbstkalibrierung

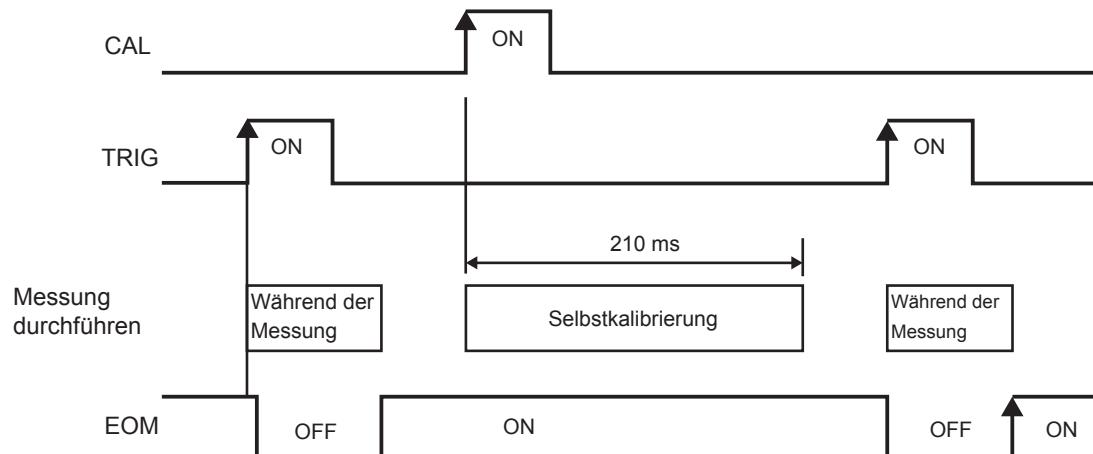
Bei Einstellung der Selbstkalibrierung auf **[AUTO]** wird die Selbstkalibrierung immer vor der Spannungsmessung ausgeführt. Ziel der Selbstkalibrierung ist es, die Genauigkeit der Spannungskalibrierung zu erhalten. Die Selbstkalibrierung wird nicht in den Funktionen (R, X, T) und (Z, θ, T) durchgeführt, da diese nicht Teil der Spannungsmessung sind. (Auch bei Eingabe des CAL-Signals wird keine Selbstkalibrierung ausgeführt.)

### Betrieb bei Einstellung der Selbstkalibrierung auf [MANUAL]

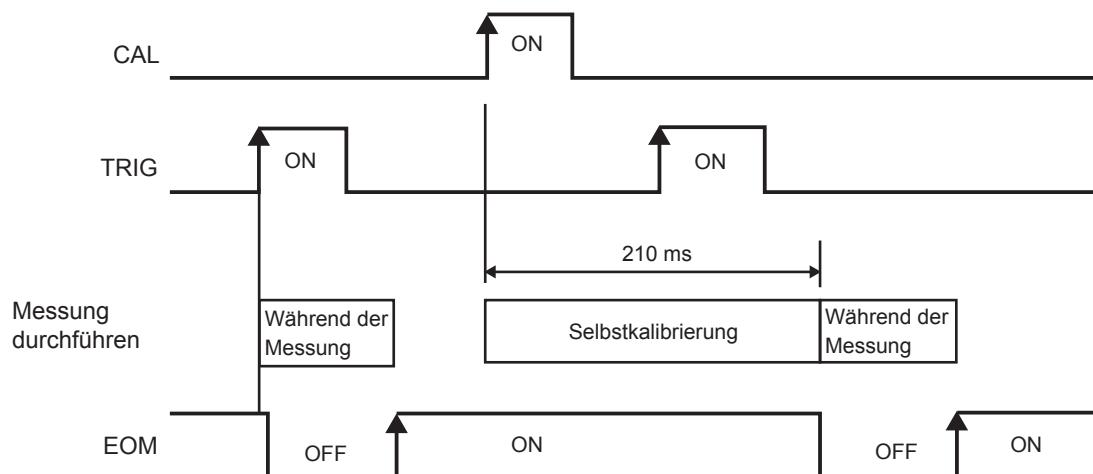
Das CAL-Signal wird eingegeben und die Selbstkalibrierung beginnt sofort.

Auch bei Eingabe des TRIG-Signals während der Selbstkalibrierung wird diese weiterhin fortgesetzt. In diesem Fall wird das Auslösesignal gehalten und die Messung nach Abschluss der Selbstkalibrierung gestartet. Bei Eingabe des CAL-Signals während der Messung wird das CAL-Signal gehalten und die Selbstkalibrierung nach Abschluss der Messung gestartet.

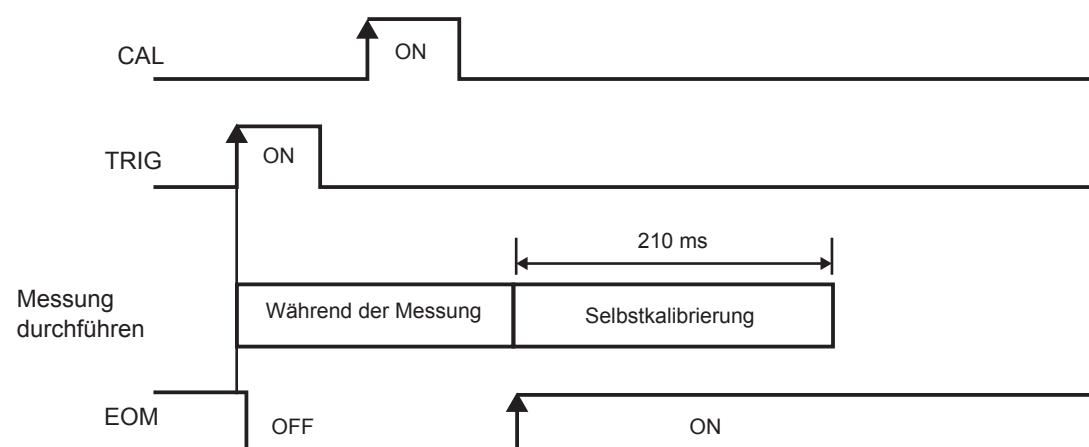
#### Normaler Gebrauch



#### Bei Eingabe des TRIG-Signals während der Selbstkalibrierung

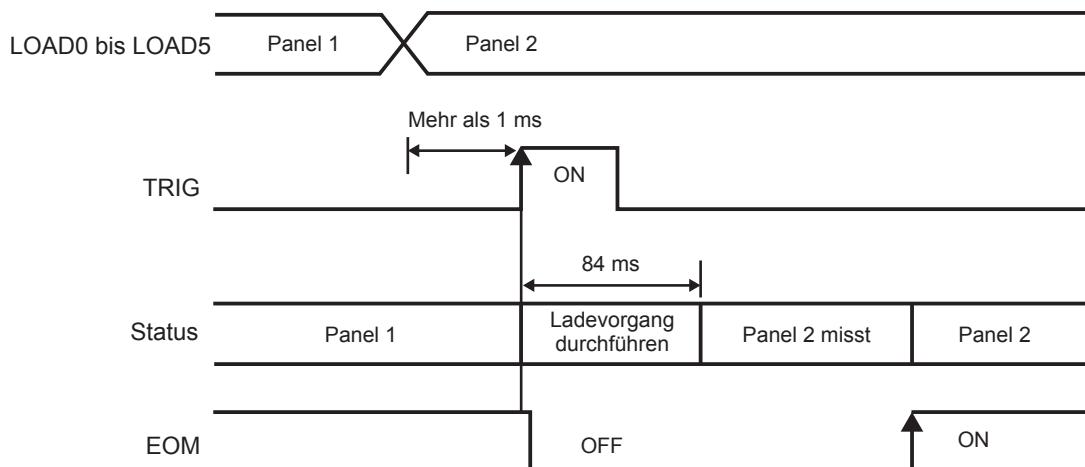


#### Bei Eingabe des CAL-Signals während der Messung



## Zeitsteuerung für Panelladevorgang

### Bei Verwendung des TRIG-Signals

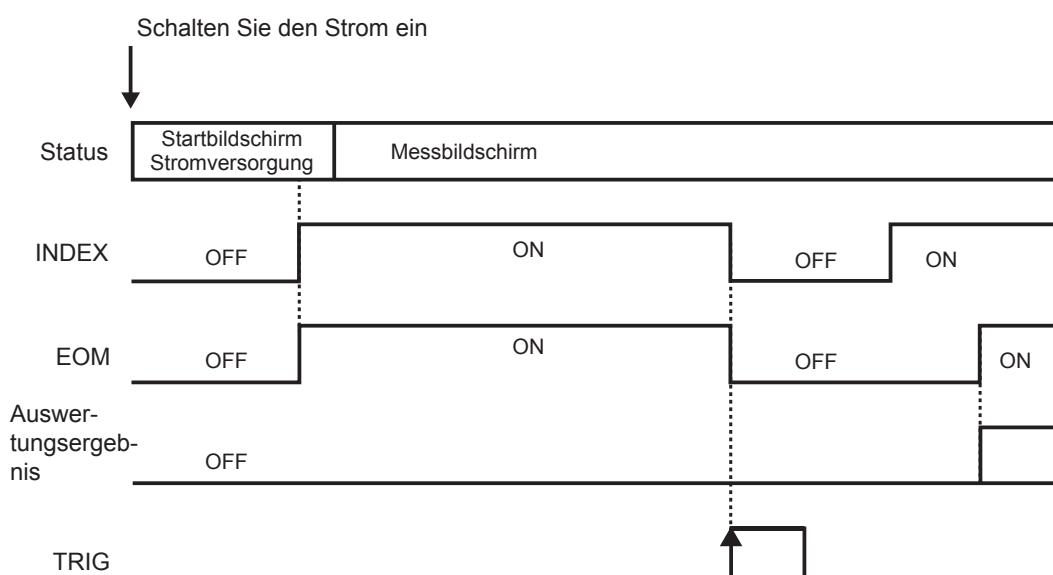


#### WICHTIG

Die Panelzahl sollte nicht bei Eingabe des Auslösers bestimmt werden (TRIG:ON), sondern, wenn das LOAD-Signal kurz vor Messstart gelesen wird. Legen Sie das LOAD-Signal vor Messstart fest (INDEX:OFF, EOM:OFF).

## Status des Ausgangssignals bei Einschalten des Stroms

Nach Einschalten des Stroms wechseln EOM- und INDEX-Signal zu ON, sobald die Anzeige vom Startbildschirm zum Messbildschirm wechselt.

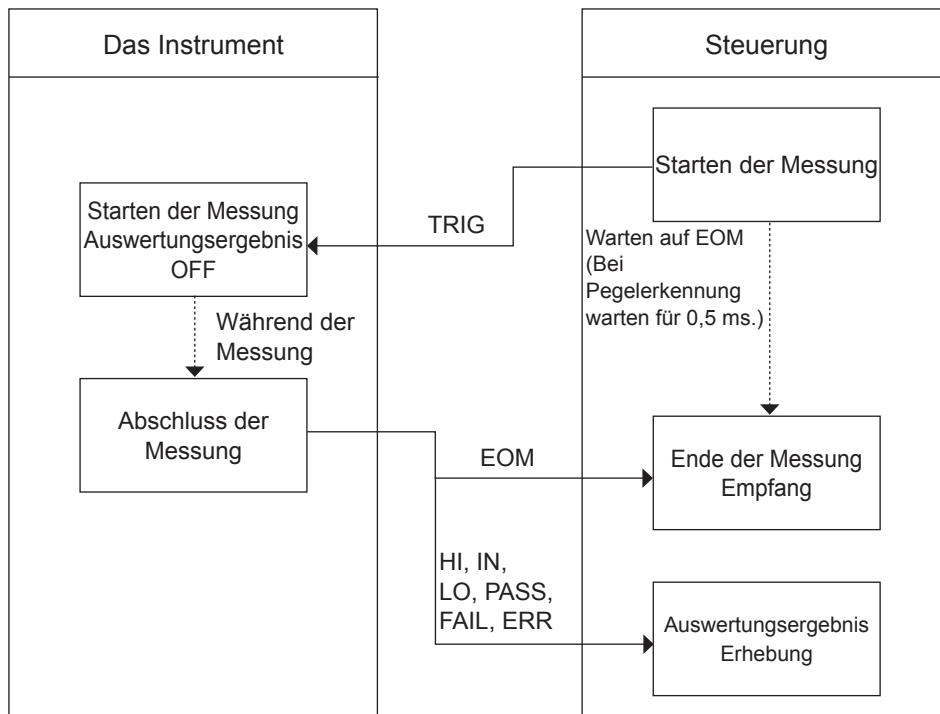


Auswertungsergebnisse: HI, IN, LO, PASS, FAIL, ERR

In obiger Abbildung wird der Betrieb bei Einstellung der Auslösequelle auf EXT gezeigt.

## Verlauf mit externem Auslöser und Einbindung von Werten

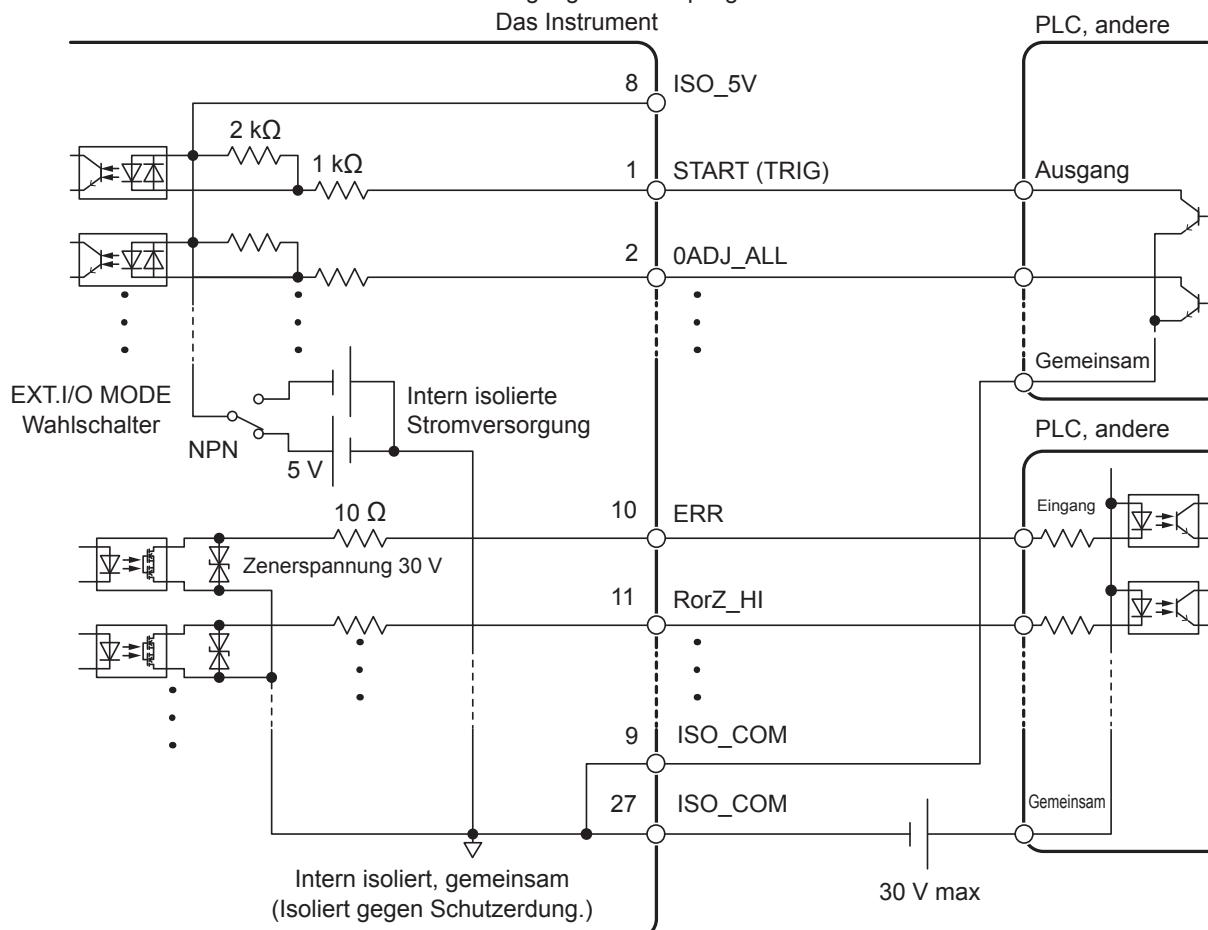
Das Diagramm zeigt den Verlauf bei Verwendung des externen Auslösers vom Messstart an bis zur Einbindung des Auswertungsergebnisses oder Messwerts. Das Instrument gibt das EOM-Signal direkt nach Bestimmung der Auswertungsergebnisse (HI, IN, LO, PASS, FAIL, ERR) aus. Wenn sich die Antwort des Eingangsstromkreises der Steuerung verzögert, kommt es zu einer Wartezeit zwischen Erkennung des ON-Status des EOM-Signals und Einbindung der Auswertungsergebnisse.



## 8.3 Innter Schaltkreis

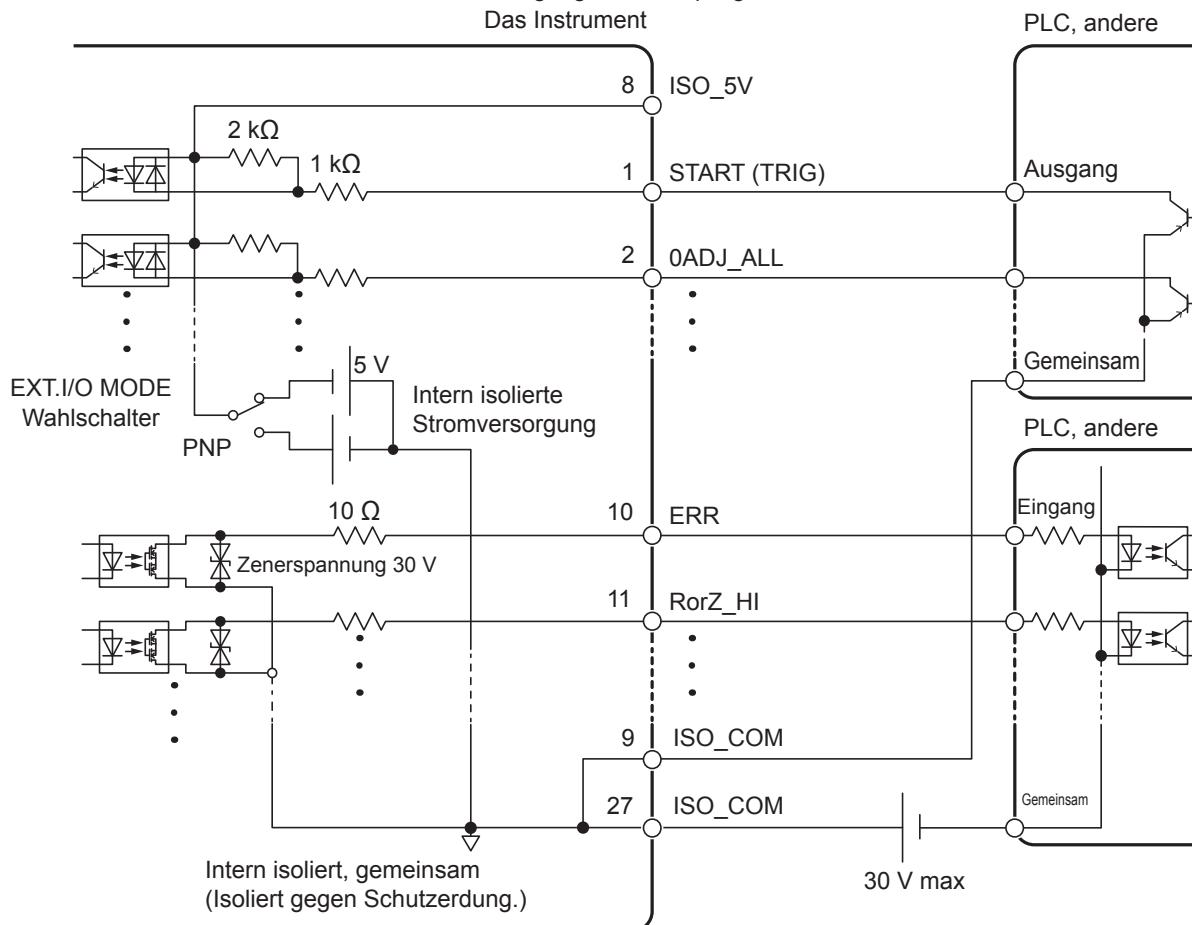
### NPN-Einstellung

Keine externe Stromversorgung an den 8-poligen Stecker anschließen.



**PNP-Einstellung**

Keine externe Stromversorgung an den 8-poligen Stecker anschließen.



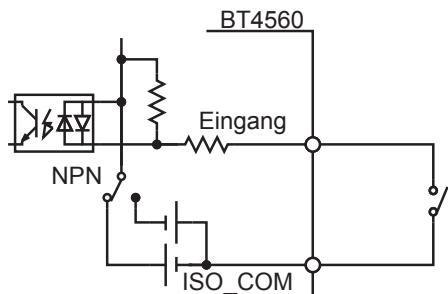
Teilen Sie ISO\_COM an den gemeinsamen Anschlüssen des Eingangs- und Ausgangssignals.

**Elektrische Spezifikationen**

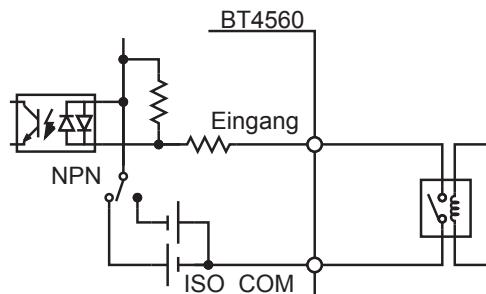
Eingabesignal	Eingangstyp	Foto-Koppler-isolierte, spannungsfreie Kontakteingänge (passend zu Stromsenk-/Quellenausgang)
	Eingang ON	Restspannung 1 V (Eingang ON Strom 4 mA (Referenzwert))
	Eingang OFF	OPEN (Abschaltstrom weniger als 100 µA)
Ausgangssignal	Ausgangstyp	Foto-Koppler-isolierter Open-Drain-Ausgang (Nicht-Polarität)
	Maximale Lastspannung	30 V max DC
	Maximaler Ausgangsstrom	50 mA/Kanal
	Restspannung	Weniger als 1 V (Laststrom 50 mA)/weniger als 0,5 V (Laststrom 10 mA)
Intern isolierte Stromversorgung	Ausgangsspannung	Entspricht Senkausgang: +5,0 V±10%, Entspricht Quellenausgang: -5,0 V±10%
	Maximaler Ausgangsstrom	100 mA
	Externer Stromeingang	Keine
	Isolation	Vom Schutzerzungspotential und dem Messstromkreis aus fließend
	Isolationswert	Spannung zur Masse 50 V DC, 33 V AC rms, weniger als 46,7 Vpeak AC

## Anschlussbeispiele

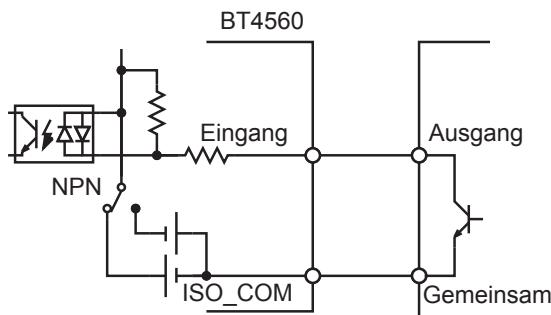
### Anschlussbeispiele beim Eingangsstromkreis



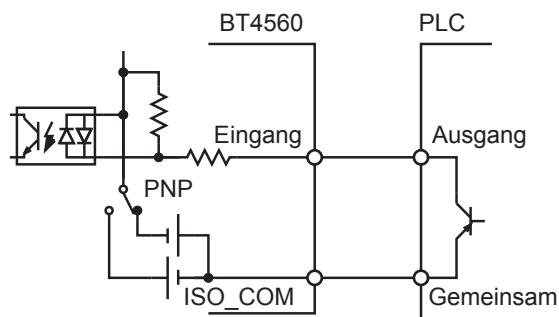
Verbindung mit Schalter



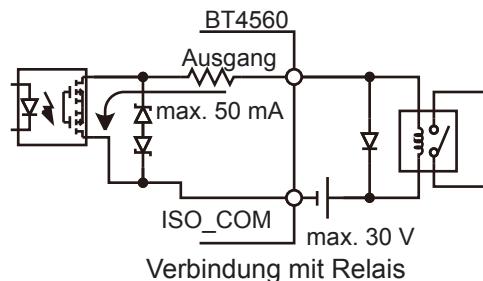
Verbindung mit Relais



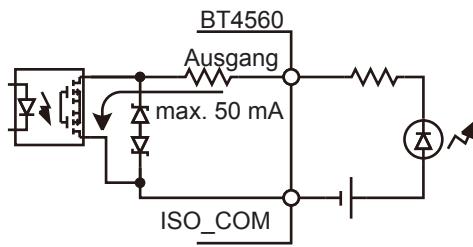
Verbindung mit PLC-Ausgang (NPN-Ausgang)



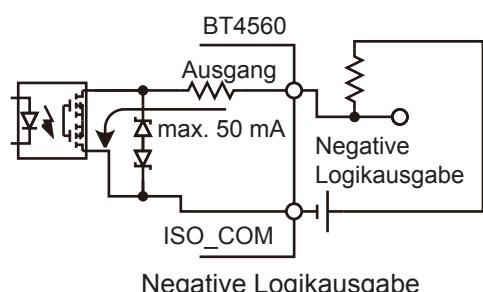
Verbindung mit PLC-Ausgang (PNP-Ausgang)



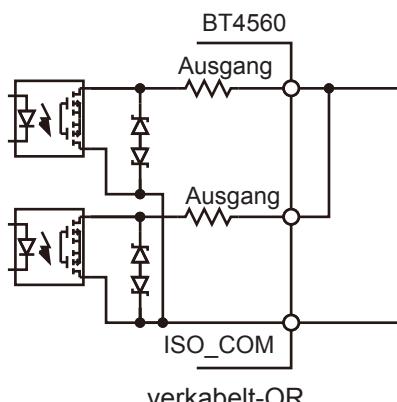
Verbindung mit Relais



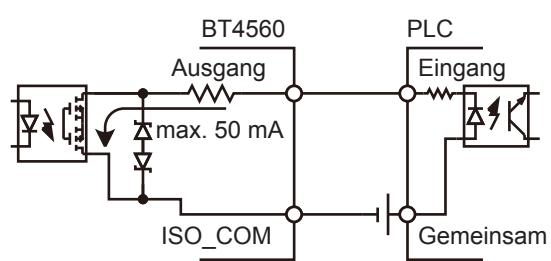
Verbindung mit LED



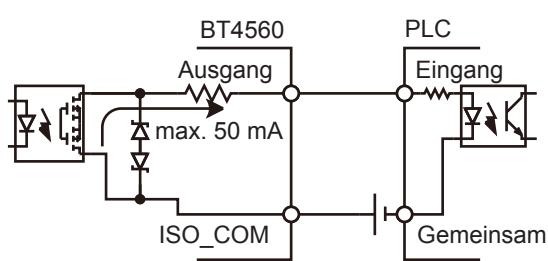
Negative Logikausgabe



verkabelt-OR



Verbindung mit PLC-Eingang (plus gemeinsamer Eingang)



Verbindung mit PLC-Eingang (minus gemeinsamer Eingang)

## 8.4 Prüfen der externen Steuerung

### Testen der Ein-/Ausgänge (EXT.I/O-Testfunktionen)

Das Ausgangssignal kann manuell ON und OFF geschaltet werden. Zusätzlich kann die Bedingung des Eingabesignals auf dem Bildschirm beobachtet werden.  
Einzelheiten finden Sie unter „I/O-TEST“ (S. 70).

## 9.1 Funktionen der Schnittstelle

Die Kommunikationsschnittstelle kann für folgende Vorgänge verwendet werden.

- Steuerung des Instruments über Befehle und Datenerhebung.
- Verwendung von Anwendungssoftware.

Befehlstabelle und Anwendungssoftware können von der oder unserer Website heruntergeladen werden.

Nur das BT4560-50 kann über ein LAN kommunizieren.

### Spezifikationen

#### USB

Steckverbinder	Buchse Serie B
Elektrische Spezifikationen	USB2.0 (Pseudo-COM-Port)
Klasse	CDC-Klasse (COM-Modus)
Übertragungsgeschwindigkeit	9.600 bps, 19.200 bps, 38.400 bps
Datenlänge	8 Bit
Paritätsbit	Keine
Stoppbit	1 Bit
Meldungsendezeichen (Delimiter)	Beim Empfangen: CR+LF, CR Bei der Übertragung: CR+LF

#### RS-232C

Übertragungsmethode	Kommunikationsmethode: Voll duplex, Synchrones System: Asynchrone Kommunikationsmethode
Übertragungsgeschwindigkeit	9.600 bps, 19.200 bps, 38.400 bps
Datenlänge	8 Bit
Paritätsbit	Keine
Stoppbit	1 Bit
Meldungsendezeichen (Delimiter)	Beim Empfangen: CR+LF, CR Bei der Übertragung: CR+LF
Flussregelung	Keine
Elektrische Spezifikationen	Eingangsspannungspegel: 5 V bis 15 V: ON, -15 bis -5 V: OFF Ausgangsspannungspegel: 5 V bis 9 V: ON, -9 bis -5 V: OFF
Steckverbinder	Layout des Schnittstellen-Steckverbinders (D-Sub9-polig, Stiftkontakt, Gegenstück: feste Platte mit Schraube #4-40) Für Eingangs- und Ausgangsanschluss gelten die Anschlusspezifikationen (DTE). Empfohlenes Kabel: 9637 RS-232C-Kabel (für Computer)

Verwendeter Code: ASCII-Code

**LAN (nur BT4560-50)**

Geltende Norm	IEEE802.3
Übertragungsmethode	Automatische Erkennung von 10BASE-T / 100BASE-TX Halb-/Vollduplex, Auto MDI-X
Protokoll	TCP/IP
Anschluss	RJ-45
Kommunikationsbeschreibung	Erfassung von Einstellung und Messwert durch Verwenden von Kommunikationsbefehlen

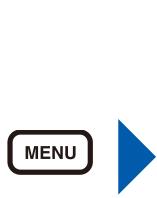
## 9.2 Anschluss- und Einstellungsmethode

Das Instrument kann USB- und RS-232C-Kommunikationen nicht gleichzeitig steuern. Wenn Computer sowohl über den USB- als auch über den RS-232C-Anschluss mit dem BT4560 verbunden sind, ist nur die USB-Kommunikation verfügbar.

Für den BT4560-50 steht die Kommunikationsmethode zur Verfügung, die in dem im Abschnitt „Auswählen einer Schnittstelle (nur BT4560-50)“ (S. 99) beschriebenen Verfahren ausgewählt wurde.

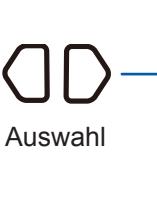
### Auswählen einer Schnittstelle

- 1 Drücken Sie **[MENU]** (**MENU**). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)



MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0 waves		
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
ZERO CROSS STOP	ON		
VOLTAGE LIMIT	100,0V		
SELF CALIBRATION	AUTO		
EXIT			

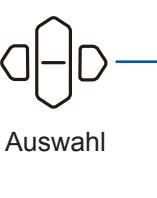
- 2 Wählen Sie die **[SYST]**-Registerkarte.



Auswahl

MEAS	SYST	TEST	INFO
INTERFACE	USB		
COM SPEED	9600 bps		
DATA OUT	OFF		
KEY BEEP	ON		
KEY LOCK	OFF		
CONTRAST	50 %		
BACKLIGHT	80 %		
RESET			
EXIT			

- 3 Wählen Sie **[INTERFACE]** und wählen Sie die zu verwendende Schnittstelle.



Auswahl

MEAS	SYST	TEST	INFO
INTERFACE	RS232C	USB	LAN
COM SPEED	9600 bps		
DATA OUT	OFF		
KEY BEEP	OFF		
KEY LOCK	OFF		
CONTRAST	50 %		
BACKLIGHT	80 %		
RESET			
EXIT			

#### WICHTIG

Wenn Sie LAN auswählen, stellen Sie die IP-Adresse etc. am Internetbrowser ein. Weitere Einzelheiten zum Zugriff auf das Instrument finden Sie unter „Einstellen der LAN-Kommunikation“ (S. 104).

## Verwendung der USB-Schnittstelle

Beim ersten Anschließen des Instruments an einen Computer muss der entsprechende USB-Treiber vorbereitet werden. Falls der Treiber bereits installiert ist, z.B. weil Produkte anderer Hersteller verwendet wurden, ist das im Folgenden beschriebene Verfahren nicht nötig. Der USB-Treiber kann von der oder unserer Website heruntergeladen werden.

### Installationsverfahren

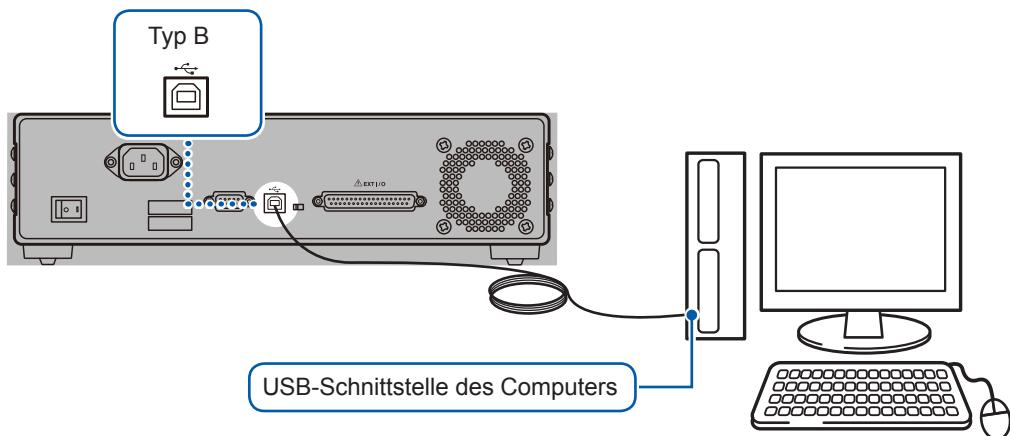
Führen Sie die Installation durch, bevor Sie über das USB-Kabel eine Verbindung zwischen Instrument und Computer herstellen. Falls bereits eine Verbindung besteht, sollten Sie das USB-Kabel ausstecken.

- 1 Melden Sie sich am Computer mit Administratorrechten an, beispielsweise als "Administrator".**
- 2 Schließen Sie vor Beginn der Installation alle laufenden Programme.**
- 3 Führen Sie das Treiber-Installationsprogramm auf der Je nach Systemumgebung kann es einige Zeit dauern, bis ein Dialogfeld erscheint. Warten Sie, bis das Dialogfeld erscheint.**
- 4 Nach erfolgter Installation wird das Instrument automatisch erkannt, sobald es über USB mit dem Computer verbunden wird.**
  - Wenn der Hardwareassistent für neue Hardware erscheint und „Windows Update“ versucht, eine Verbindung aufzubauen, wählen Sie „Nein, diesmal nicht (No, not this time)“ und „Software automatisch installieren (Install the software automatically)“.
  - Wenn ein Instrument mit anderer Seriennummer angeschlossen wird, werden Sie möglicherweise darauf hingewiesen, dass ein neues Gerät entdeckt wurde. In diesem Fall installieren Sie den Gerätetreiber, indem Sie die Anweisungen auf dem Bildschirm befolgen.

### Deinstallationsverfahren (Deinstallieren Sie den Treiber, wenn er nicht mehr gebraucht wird.)

Löschen Sie PL-2303 USB-to-Serial unter Verwendung von [Control Panel] - [Add or Remove Programs].

### Schließen Sie das USB-Kabel an



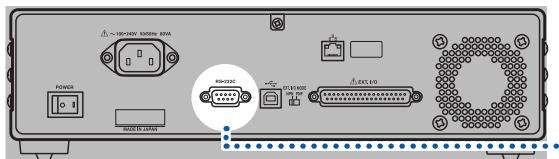
#### WICHTIG

Der USB-Port des Instruments ist ein Pseudo-COM-Port. Im Kommunikationsfall müssen Geschwindigkeit und RS-232C eingestellt werden. Bei der COM-Port-Einstellung variiert die dem USB-Port zugewiesene COM-Portnummer je nach verwendetem Computer. Prüfen Sie zugewiesene COM-Portnummer wie folgt.

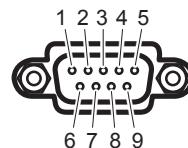
1. Öffnen Sie den Gerätetreiber.
2. Das „X“ in Prolific PL2303GC USB Serial COM Port (COMX) unter „Port (COM und LPL)“ zeigt die COM-Port-Nummer an.

## Verwendung des RS-232C-Kabels

Schließen Sie das RS-232C-Kabel an den RS-232C-Steckverbinder an. Ziehen Sie beim Anschließen des Kabels unbedingt die Schrauben an.



Rückseite



D-Sub9-polig, Stiftkontakt  
Gegenstück: feste Platte mit  
Schraube #4-40

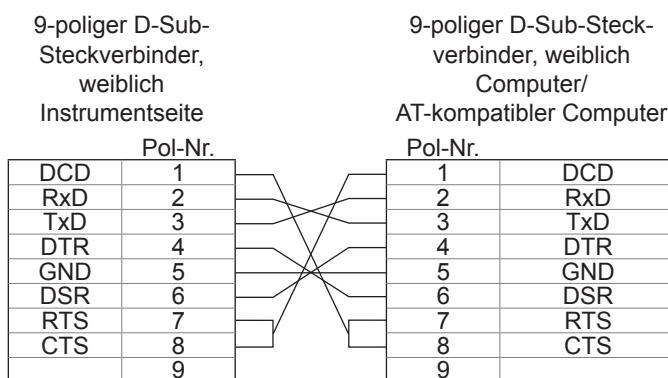
Verwenden Sie beim Anschließen an eine Steuerung (DTE) ein Crossover-Kabel, das den Spezifikationen des Instruments und der Steuerung entspricht. Für Eingangs- und Ausgangskabel gelten die Anschlusspezifikationen (DTE). Das Instrument verwendet die Pole 2, 3 und 5. Die anderen Pole werden nicht verwendet.

POL-Nr.	Signalname			Eingangssignal	Anmerkungen
	Übliche Verwendung	EIA	JIS		
1	DCD	CF	CD	Trägererkennung	Nicht verbunden
2	RxD	BB	RD	Daten empfangen	
3	TxD	BA	SD	Datenübertragung	
4	DTR	CD	ER	Datenanschluss bereit	ON Level (+5 V bis +9 V) festgelegt
5	GND	AB	SG	Erdung für Signalempfang	
6	DSR	CC	DR	Datensatz bereit	Nicht verbunden
7	RTS	CA	RS	Sendeaufforderung	ON Level (+5 V bis +9 V) festgelegt
8	CTS	CB	CS	Bereit für Senden	Nicht verbunden
9	RI	CE	CI	Anrufsymbol	Nicht verbunden

### Wenn das Instrument mit einem Computer verbunden wird

Verwenden Sie ein Crossover-Kabel: 9-poliger D-Sub-Steckverbinder, weiblich - 9-poliger D-Sub-Steckverbinder, weiblich.

### Querverbindung



Empfohlenes Kabel: Modell 9637 RS-232C-Kabel (1,8 m) hergestellt von Hioki

## Einstellen der Übertragungsgeschwindigkeit (Üblich für USB, RS-232C)

Das Instrument stellt die Übertragungsgeschwindigkeit (Baudrate) der Schnittstelle ein. Eine Einstellung der Übertragungsgeschwindigkeit ist bei Verwendung von USB- oder RS-232C-Kommunikation erforderlich.

- 1 Drücken Sie **[MENU]** (**MENU**). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)



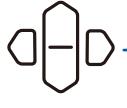
MEAS		SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0	waves		
AVERAGE	1			
TRIGGER SOURCE	EXT			
V SELF CALIBRATION	MANUAL			
ZERO CROSS STOP	ON			
SLOPE CORRECTION	OFF			
VOLTAGE LIMIT	OFF			
EXIT				

- 2 Wählen Sie die **[SYST]**-Registerkarte.

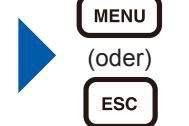


MEAS		SYST	TEST	INFO
INTERFACE	USB			
COM SPEED	9600 bps			
DATA OUT	OFF			
KEY BEEP	OFF			
KEY LOCK	OFF			
CONTRAST	50 %			
BACKLIGHT	80 %			
RESET				
EXIT				

- 3 Wählen Sie **[COM SPEED]** und stellen Sie SPEED ein.



MEAS		SYST	TEST	INFO
INTERFACE	USB			
COM SPEED	9600	19200	38400	
DATA OUT	OFF			
KEY BEEP	OFF			
KEY LOCK	OFF			
CONTRAST	50 %			
BACKLIGHT	80 %			
RESET				
EXIT				



Abbrechen

### Einstellen der Steuerung (Computer oder PLC)

Achten Sie darauf, folgendes einzustellen.

- Start/Stopp-Synchronisation
- Übertragungsgeschwindigkeit: 9.600 bps, 19.200 bps, 38.400 bps (Passen Sie die Einstellung des Instruments an.)
- Stopbit: 1
- Datenlänge: 8
- Paritätsprüfung: Nicht im Lieferumfang enthalten
- Flussregelung: Nicht im Lieferumfang enthalten

#### WICHTIG

Die schnelle Übertragungsgeschwindigkeit (Baudrate) kann evtl. nicht verwendet werden, da sie bei manchen Computern Fehler verursacht. Wählen Sie in diesem Fall eine geringere Übertragungsgeschwindigkeit.

## Verwendung der LAN-Schnittstelle

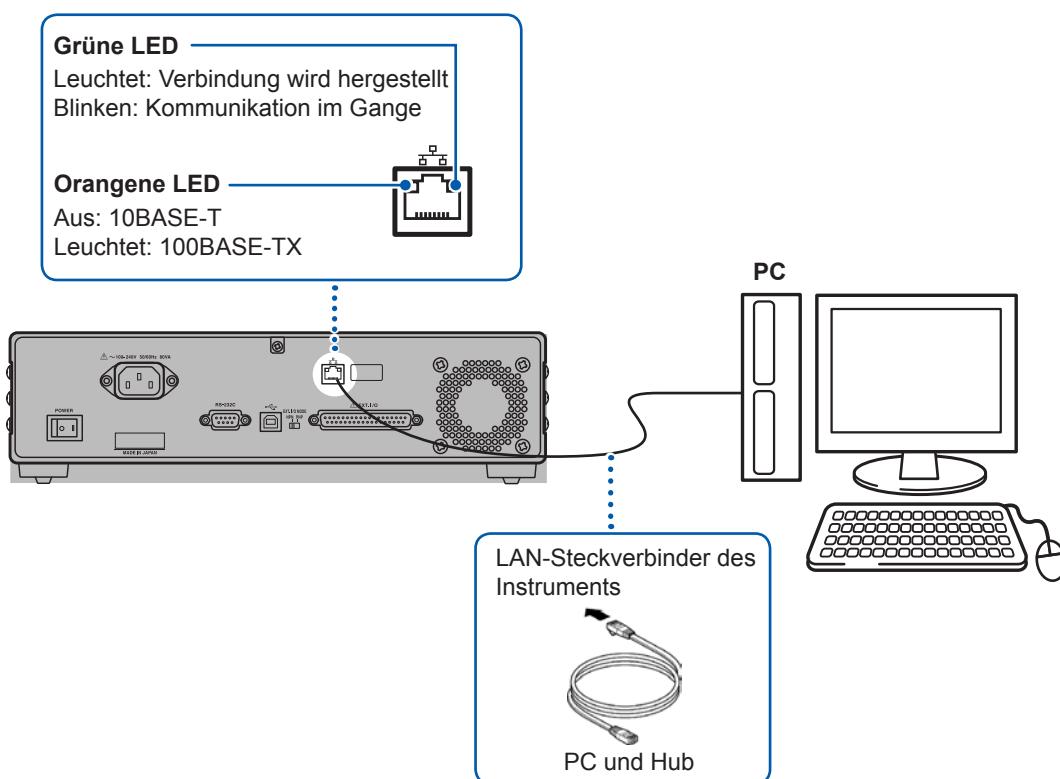
Schließen Sie ein LAN-Kabel an den LAN-Steckverbinder des Instruments an.

### **! VORSICHT**



Ergreifen Sie beim Verbinden Ihres Instruments an Ihr LAN mit einem LAN-Kabel mit einer Länge von mehr als 30 m oder mit dem Kabel im Außenbereich geeignete Gegenmaßnahmen, einschließlich der Installation eines Überspannungsschutzes für LANs. Solche Signalleitungen reagieren empfindlich auf induzierte Beleuchtung, was zu Schäden am Instrument führen kann.

Empfohlenes Kabel: Modell 9642 LAN-Kabel (optional)



## Einstellen der LAN-Kommunikation

### WICHTIG

Die Einstellungen sind unterschiedlich, wenn das Instrument und das externe Gerät mit dem bestehenden Netzwerk verbunden werden sollen und wenn das Instrument und ein PC eins zu eins verbunden werden sollen, um ein neues Netzwerk zu erstellen.

Überprüfen Sie die Verbindungsmethode, bevor Sie die Einstellungen konfigurieren.

### Verbinden des Instruments mit dem bestehenden Netzwerk

Der Netzwerkadministrator (Abteilung) muss die folgenden Elemente im Voraus zuweisen.

Stellen Sie sicher, dass Sie eine eindeutige Adresse und Portnummer zuweisen, die sich von denen aller anderen Geräte unterscheidet.

- Adressen-Einstellungen des Instruments

IP-Adresse: \_\_\_\_\_

Subnetzmaske: \_\_\_\_\_

- Gateway

Ob ein Gateway verwendet werden soll oder nicht: Verwenden/Nicht verwenden

IP-Adresse (falls verwendet): \_\_\_\_\_  
(Falls nicht verwendet, auf 0.0.0.0 stellen)

Zu verwendende Port-Nr. für Kommunikationsbefehle: \_\_\_\_\_ (Standardeinstellung: 23)

### Erstellen eines neuen Netzwerks unter Verwendung des Instruments und eines PCs

(Verwenden eines lokalen Netzwerks, das nicht extern verbunden ist)

Die unten aufgeführten Adressen werden empfohlen, wenn es keinen Administrator gibt oder Sie für die Einstellung verantwortlich sind.

IP-Adresse	Stellen Sie aufeinanderfolgende IP-Adressen wie unten gezeigt ein.
PC:	192.168.1.100
Erstes Instrument:	192.168.1.1 (Standardeinstellung des Instruments)
Zweites Instrument:	192.168.1.2
Drittes Instrument:	192.168.1.3 ↓
Subnetzmaske:	255.255.0.0 (Standardeinstellung des Instruments)
Gateway:	OFF (Standardeinstellung des Instruments)
Portnummer für Kommunikationsbefehle:	23 (Standardeinstellung des Instruments)

## 1 Starten eines Webbrowsers.

Sie können die Einstellungen der LAN-Schnittstelle des Instruments mit einem Webbrowser wie z. B. Microsoft Edge ändern.

Die folgende Beschreibung verwendet Microsoft Edge als Beispiel.

1. Klicken Sie auf die Start-Taste in der unteren linken Ecke des Computerbildschirms und klicken Sie dann in dem Menü auf **[Microsoft Edge]**.
2. Geben Sie die Zeichenkette **[http://]** gefolgt von der IP-Adresse oder dem Computernamen in die Adresszeile ein.  
Die Standard-IP-Adresse ist **[192.168.1.1]**.



Beispiel: Wenn die IP-Adresse des Instruments 192.168.1.1 lautet, geben Sie **[http://192.168.1.1]** in die Adresszeile ein.

Wenn Sie die IP-Adresse nicht kennen, können Sie die Einstellung wie folgt ändern.

Geben Sie **[http://hioki-]** in die Adresszeile ein, gefolgt von den letzten sechs Ziffern der MAC-Adresse des Instruments.

Die MAC-Adresse finden Sie auf dem Aufkleber auf der Rückseite des Geräts.



Beispiel: Wenn die MAC-Adresse des Instruments 11-22-33-88-99-FF lautet, geben Sie **[http://hioki-8899FF]** in die Adresszeile ein.

## 2 Konfigurieren Sie die Einstellungen des Instruments unter Verwendung des Webrowsers. Geben Sie die Einstellungen ein und drücken Sie dann die **[SET]**-Taste.

### HIOKI Network Setting

IP Address :	<input type="text" value="192.168.1.1"/>
Subnet Mask :	<input type="text" value="255.255.0.0"/>
Gateway (Off=0.0.0.0) :	<input type="text" value="0.0.0"/>
Port Number[11-79 or 81-65535] :	<input type="text" value="23"/>
<input type="button" value="SET"/>	

## Einstellungselemente

IP-Adresse	Die IP-Adressen dienen der Identifizierung einzelner Geräte im Netzwerk. Weisen Sie eine eindeutige Adresse zu, die sich von der anderer Geräte unterscheidet.
Subnetzmaske	Die Subnetzmaske unterteilt die IP-Adresse in die Netzwerkadresse und die Hostadresse. Konfigurieren Sie die Einstellungen der Subnetzmaske auf die gleiche Weise wie die der anderen Geräte im Netzwerk.
Gateway	Für Netzwerkverbindung Wenn sich der Kommunikations-PC und das Instrument in verschiedenen Netzwerken befinden, geben Sie die IP-Adresse des Geräts an, das zum Gateway wird. Wenn sich der PC im gleichen Netzwerk befindet, stellen Sie eine Gateway-Adresse ein, die mit dem Standard-Gateway in den allgemeinen PC-Einstellungen übereinstimmt. Für eine Eins-zu-Eins-Verbindung zwischen Instrument und PC oder wenn kein Gateway verwendet wird Stellen Sie die IP-Adresse auf <b>0.0.0.0</b> .
Portnummer	Legen Sie die TCP/IP-Portnummer fest, die für Kommunikationsbefehlsverbindungen verwendet werden soll. Port 80 kann nicht verwendet werden.

### 3 Netzschalter des Instruments ein- und ausschalten.

Die Stromversorgung des Instruments aus- und wieder einschalten, um die interne LAN-Einstellung zu übernehmen und die Kommunikation zu aktivieren.

Sie können die Einstellung des Instruments überprüfen, indem Sie die Registerkarte mit dem Einstellungsbildschirm in Ihrem Browser schließen und ihn dann erneut anzeigen.

#### Wenn Sie die LAN-Einstellungen nicht kennen

Wenn Sie die LAN-Einstellungen nicht kennen, können Sie sie vom Instrument aus wie folgt auf ihre Standardwerte zurücksetzen:

Wählen Sie **[MENU] (MENU)** > Registerkarte **[SYST]** > **[RESET]** und wählen Sie **[LAN]**, um die Einstellungen zurückzusetzen.

MEAS	SYST	TEST	INFO
INTERFACE	USB		
COM SPEED	9600 bps		
DATA OUT	OFF		
KEY BEEP	ON		
KEY LOCK	OFF		
CONTRAST	50 %		
BACKLIGHT	ON		
RESET	NORMAL	SYSTEM	LAN
EXIT			



MEAS	SYST	TEST	INFO
INTERFACE	USB		
COM SPEED	9600 bps		
DATA OUT	OFF		
KEY BEEP	ON		
KEY LOCK	OFF		
CONTRAST	50 %		
BACKLIGHT	ON		
RESET	OK	CANCEL	TEM LAN
EXIT			

Die folgenden Einstellungen werden auf ihre Standardwerte zurückgesetzt:

IP-Adresse: 192.168.1.1

Subnetzmaske: 255.255.0.0

Standard-Gateway: OFF (0.0.0.0)

Port für Kommunikationsbefehle: 23

## Ausgeben der Messwerte nach Abschluss der Messung

Wenn die Messung abgeschlossen ist, nachdem sie mit der Taste **START/STOP** oder einem Kommunikationsbefehl (\*TRG) unter Verwendung der externen Triggereinstellung ausgelöst wurde, werden die Messwerte an die ausgewählte Schnittstelle ausgegeben. Diese Funktion kann nicht verwendet werden, wenn die interne Triggereinstellung verwendet wird.

Das Antwortformat ist das gleiche wie bei der Messwerterfassungsabfrage (:FETCh?/:READ?). (Durch die Verwendung dieser Funktion mit dem SW1001 Switch Mainframe kann die Scan-Vorgangszeit verkürzt werden.)

Stellen Sie vor Beginn der Messung sicher, dass der Controller, der die Messwerte empfängt, eine Textzeichenkette akzeptieren kann. Führen Sie die gewünschte Verarbeitung durch, sobald der Controller die Abschlusszeichen (CR+LF) empfängt, die das Ende der Messwertzeichenkette anzeigen, z. B. um den Wert in einer Datei zu speichern oder anzuzeigen, und bereiten Sie dann den Controller so vor, dass er eine weitere Zeichenkette empfangen kann.

**1** Drücken Sie **[MENU]** (**MENU**). (Der Einstellungsbildschirm wird angezeigt.)



MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY	1.0 waves		
AVERAGE	1		
TRIGGER SOURCE	EXT		
V SELF CALIBRATION	MANUAL		
ZERO CROSS STOP	ON		
SLOPE CORRECTION	OFF		
VOLTAGE LIMIT	OFF		
EXIT			

**2** Wählen Sie die **[SYST]**-Registerkarte.



Auswahl

MEAS	SYST	TEST	INFO
INTERFACE	USB		
COM SPEED	9600 bps		
DATA OUT	OFF		
KEY BEEP	OFF		
KEY LOCK	OFF		
CONTRAST	50 %		
BACKLIGHT	80 %		
RESET			
EXIT			

**3** Wählen Sie **[DATA OUT]** und setzen Sie die Option auf **[ON]** oder **[OFF]** und drücken Sie die **ENTER**-Taste, um die Einstellung zu übernehmen.



Auswahl

MEAS	SYST	TEST	INFO
INTERFACE	USB		
COM SPEED	9600 bps		
DATA OUT	ON OFF		
KEY BEEP	OFF		
KEY LOCK	OFF		
CONTRAST	50 %		
BACKLIGHT	80 %		
RESET			
EXIT			

ENTER  
Bestätigen

[MENU]  
(oder)  
ESC  
Abbrechen

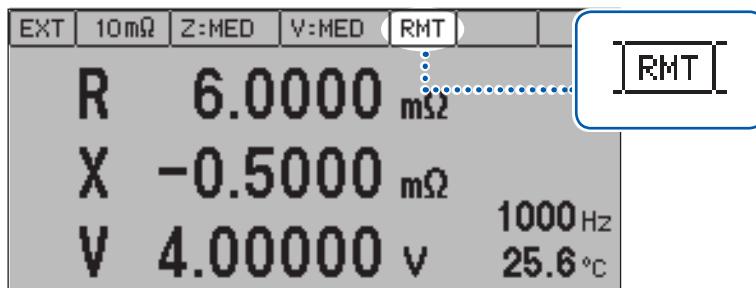
## 9.3 Kommunikationssteuerung und Datenerhebung

Beschreibungen der Kommunikationsbefehle und Abfragen (Kommunikationsmeldungsreferenz) entnehmen Sie bitte der Bedienungsanleitung der Kommunikationsbefehle für die Anwendungssoftware.

### Fernbedienungsstatus/Lokaler Status

Während der Kommunikation befindet sich das Instrument im Fernbedienungsstatus und **[RMT]** wird auf dem Messbildschirm angezeigt. Dann werden alle Bedientasten mit Ausnahme der **LOCAL**-Taste deaktiviert.

Drücken Sie **LOCAL** (**LOCAL**). Der Fernbedienungsstatus wird aufgehoben und der Tastenbetrieb ist wieder möglich.



Bei Anzeige des Einstellungsbildschirms befindet sich das Instrument im Fernbedienungsstatus und die Anzeige wechselt automatisch zum Messbildschirm.

# 10 Spezifikationen

## 10.1 Spezifikationen von Messfunktionen

### Impedanzmessung

Messsignal	Konstantstrom-AC-Signal	
Messmethode	Vierpolige Paarmethode	
Aufbau der Messklemme	BNC	
Funktion der Messklemme	SOURCE-H-Anschluss	Stromerzeugungs-Anschluss
	SOURCE-L-Anschluss	Stromerkennungs-Anschluss
	SENSE-H-Anschluss	Spannungserkennungs-Anschluss
	SENSE-L-Anschluss	Spannungserkennungs-Anschluss
Messelemente	Impedanz	(Parameter-Anzeige: Z)
	Phasenwinkel	(Parameter-Anzeige: $\theta$ )
	Widerstand	(Parameter-Anzeige: R)
	Reaktanz	(Parameter-Anzeige: X)
Bereichsstruktur	3 m $\Omega$ /10 m $\Omega$ /100 m $\Omega$	
Messgeschwindigkeits-Einstellung	FAST/MED/SLOW	

### Anzegebereich/Auflösung

		3 m $\Omega$ -Bereich	10 m $\Omega$ -Bereich	100 m $\Omega$ -Bereich
Z	Anzegebereich	0,0000 m $\Omega$ bis 3,6000 m $\Omega$	0,0000 m $\Omega$ bis 12,0000 m $\Omega$	0,000 m $\Omega$ bis 120,000 m $\Omega$
	Auflösung	0,1 $\mu$ $\Omega$	0,1 $\mu$ $\Omega$	1 $\mu$ $\Omega$
$\theta$	Anzegebereich	-180,000° bis 180,000°	-180,000° bis 180,000°	-180,000° bis 180,000°
	Auflösung	0,001°	0,001°	0,001°
R	Anzegebereich	-0,1000 m $\Omega$ bis 3,6000 m $\Omega$	-0,3000 m $\Omega$ bis 12,0000 m $\Omega$	-3,000 m $\Omega$ bis 120,000 m $\Omega$
	Anzegebereich (BT4560-60)	-1,5000 m $\Omega$ bis 3,6000 m $\Omega$	-1,5000 m $\Omega$ bis 12,0000 m $\Omega$	
	Auflösung	0,1 $\mu$ $\Omega$	0,1 $\mu$ $\Omega$	1 $\mu$ $\Omega$
X	Anzegebereich	-3,6000 m $\Omega$ bis 3,6000 m $\Omega$	-12,0000 m $\Omega$ bis 12,0000 m $\Omega$	-120,000 m $\Omega$ bis 120,000 m $\Omega$
	Auflösung	0,1 $\mu$ $\Omega$	0,1 $\mu$ $\Omega$	1 $\mu$ $\Omega$

Frequenzbereich	0,01 Hz bis 1050 Hz	
	0,01 Hz bis 10,00 kHz	(BT4560-60)
Frequenzeinstellungs-Auflösung	0,01 Hz bis 0,99 Hz	0,01-Hz-Schritt
	1,0 Hz bis 9,9 Hz	0,1-Hz-Schritt
	10 Hz bis 99 Hz	1-Hz-Schritt
	100 Hz bis 1050 Hz	10-Hz-Schritt
	100 Hz bis 10,00 kHz	10 Hz-Schritt (BT4560-60)
Frequenzgenauigkeit	$\pm 0,01\%$ der Einstellung oder weniger	

## Messen der Stromgenauigkeit

Frequenzen über 10,6 kHz liegen außerhalb des spezifizierten Genauigkeitsbereichs. (BT4560-60)

	3 mΩ-Bereich	10 mΩ-Bereich	100 mΩ-Bereich
Messstrom	1,5 A rms ±10%	500 mA rms ±10%	50 mA rms ±10%

## DC-Laststrom

(Die DC-Last ist der Offset-Strom, der dem Messobjekt während der Impedanzmessung zugeführt wird.)

	3 mΩ-Bereich	10 mΩ-Bereich	100 mΩ-Bereich
DC-Laststrom	1 mA oder weniger	0,35 mA oder weniger	0,035 mA oder weniger

Messschwingungsnummer		FAST	MED	SLOW	BT4560-60
	0,01 Hz bis 66 Hz	1 Schwingung	2 Schwingungen	8 Schwingungen	
	67 Hz bis 250 Hz	2 Schwingungen	8 Schwingungen	32 Schwingungen	
	260 Hz bis 1050 Hz	8 Schwingungen	32 Schwingungen	128 Schwingungen	
	260 Hz bis 1,00 kHz	8 Schwingungen	32 Schwingungen	128 Schwingungen	
	1,01 kHz bis 2,00 kHz	128 Schwingungen	128 Schwingungen	128 Schwingungen	
	2,01 kHz bis 4,00 kHz	256 Schwingungen	256 Schwingungen	256 Schwingungen	
	4,01 kHz bis 8,00 kHz	512 Schwingungen	512 Schwingungen	512 Schwingungen	
	8,01 kHz bis 10,00 kHz	1024 Schwingungen	1024 Schwingungen	1024 Schwingungen	

Die Messfrequenz oberhalb von 1,01 kHz ist dieselbe wie bei SLOW.

Anzeige bei  
Überschreitung des  
Messbereichs

OverRange

## Spannungsmessung

Aufbau der Messklemme	BNC	
Funktion der Messklemme	SENSE-H-Anschluss	Spannungserkennungs-Anschluss
	SENSE-L-Anschluss	Spannungserkennungs-Anschluss
Messelemente	Spannung (Parameter-Anzeige: V)	
Bereichsstruktur	5 V (Einzelbereich)	
Anzeigebereich	-5,10000 V bis 5,10000 V	
Auflösung	10 µV	
Messgeschwindigkeits-Einstellung	FAST/MED/SLOW	

Messungszeit	FAST	0,1 s
	MED	0,4 s
	SLOW	1,0 s
(Bei Einstellung der Selbstkalibrierung auf AUTO werden 210 ms auf die Messdauer addiert.)		
Messdauer	6 kHz	
Überschreitungsanzeige	OVER VOLTAGE	

### Temperaturmessung

Aufbau der Messklemme	Vierpoliger Kopfhöreranschluss $\phi 3,5$ mm
Messelemente	Temperatur (Parameter-Anzeige: T)
Anzeigebereich	-10,0°C bis 60,0°C
Auflösung	0,1°C
Messdauer	2,3 s
Anzeige bei Überschreitung des Messbereichs	+Over°C, -Under°C
Anzeige, wenn nicht verbunden	--.-°C

### Funktion

Funktionsstruktur	(R, X, V, T)/(Z, $\theta$ , V, T)/(R, X, T)/(Z, $\theta$ , T)/(V, T)
Messsequenz	
TRIG	ON
EOM	OFF
(Z, $\theta$ , V, T) (R, X, V, T)	Reaktion Kontaktprüfung Selbstkalibrierung V-Abtasten V-Berechnung Messstromkreis wechseln Abtastverzögerung Z-Abtasten Messignal-Nulldurchgangserkennung Kontaktprüfung Z-Berechnung
(Z, $\theta$ , T) (R, X, T)	Reaktion Kontaktprüfung (Keine) Messstromkreis wechseln Abtastverzögerung Z-Abtasten Messignal-Nulldurchgangserkennung Kontaktprüfung Z-Berechnung
(V, T)	Reaktion Kontaktprüfung Selbstkalibrierung V-Abtasten V-Berechnung (Keine) Kontaktprüfung (Keine)

Die Selbstkalibrierung wird ausgeführt, wenn sie auf **[AUTO]** eingestellt ist.  
Die Messsignal-Nulldurchgangserkennung wird ausgeführt, wenn die Messsignal-Nulldurchgangsstopp-Funktion auf **[ON]** eingestellt ist.

### Messungszeit

Reaktionszeit	0,1 ms
Kontaktprüfzeit	10 ms
Selbstkalibrierungszeit	210 ms
V-Abtastdauer	0,1 s/0,4 s/1,0 s (FAST/MED/SLOW)
V-Berechnungsdauer	0,1 ms
Wechselzeit des Messstromkreises	58 ms
Abtastverzögerungsdauer	$(1/f) \times M + 5 \text{ ms}$ (f: Messfrequenz, M: eingestellte Schwingungsnummer)
Z-Abtastdauer	$(1/f) \times N + T + 0,016$ (f: Messfrequenz, N: Messschwingungsnummer, T: Abtast-Kontrollzeit) (Einheit: „s“) $T = 0,088/f$ (f: 0,01 Hz bis 66 Hz) $T = 0,36/f$ (f: 67 Hz bis 250 Hz) $T = 1,5/f$ (f: 260 Hz bis 1050 Hz) $T = 1,5/f$ (f: 260 Hz - 10,00 kHz) (BT4560-60)
Messsignal-Nulldurchgangserkennung	$(1/f)$ oder weniger (f: Messfrequenz) (Einheit: „s“)
Z-Berechnungsdauer	70 ms
Gesamtmesszeit	Funktion $(R, X, V, T)/(Z, \theta, V, T)$ Antwortzeit + Kontaktprüfzeit $\times 2$ + (Selbstkalibrierungszeit) + Selbstabtastdauer + V-Berechnungsdauer + Wechselzeit des Messstromkreises + Abtastverzögerungsdauer + Z-Abtastdauer + (Zeit für Messsignal-Nulldurchgangserkennung) + Z-Berechnungsdauer  Funktion $(R, X, T)/(Z, \theta, T)$ Antwortzeit + Kontaktprüfzeit $\times 2$ + Wechselzeit des Messstromkreises + Abtastverzögerungsdauer + Z-Abtastdauer + (Zeit für Messsignal-Nulldurchgangserkennung) + Z-Berechnungsdauer  Funktion $(V, T)$ Antwortzeit + Kontaktprüfzeit $\times 2$ + (Selbstkalibrierungszeit) + Selbstabtastdauer + V-Berechnungsdauer  (Bei Einstellung der Selbstkalibrierung auf <b>[AUTO]</b> wird die Selbstkalibrierungszeit addiert.) (Die Zeit für die Messsignal-Nulldurchgangserkennung wird addiert, wenn die Messsignal-Nulldurchgangsstopp-Funktion auf <b>[ON]</b> eingestellt ist.)

## 10.2 Zusatzfunktion

### Messung

#### Bereichseinstellung

Funktionsübersicht	Einstellung des Impedanz-Messbereichs. (Spannung und Temperatur werden aufgrund des Einzelbereich nicht eingestellt.)
Funktionseinstellung	3 mΩ/10 mΩ/100 mΩ (AUTO-Einstellung nicht möglich.)
Sicherung der Einstellungen	Ja

#### Frequenzeinstellung

Funktionsübersicht	Einstellung der Impedanz-Messfrequenz.
Funktionseinstellung	0,01 Hz bis 1050 Hz
	0,01 Hz bis 10,00 kHz

BT4560-60

Sicherung der Einstellungen	Ja	
<b>Messgeschwindigkeits-Einstellung</b>		
Funktionsübersicht	Einstellung der Impedanzmessung, Einstellung der Messgeschwindigkeit für die Spannungsmessung.	
Funktionseinstellung	Impedanzmessung Spannungsmessung	
Sicherung der Einstellungen	Ja	
<b>Funktionseinstellung</b>		
Funktionsübersicht	Einstellung der Messfunktionen.	
Funktionseinstellung	(R, X, V, T)/(Z, θ, V, T)/(R, X, T)/(Z, θ, T)/(V, T)	
Sicherung der Einstellungen	Ja	
<b>Einstellen der Auslösequelle</b>		
Funktionsübersicht	Auslösereinstellungen für Messstart.	
Funktionseinstellung	EXT/INT EXT: Externer Auslöser INT: Interner Auslöser (Die Spannungsbegrenzung steht bei Einstellung des internen Auslösers auf ON.)	
Sicherung der Einstellungen	Ja	
<b>Stoppen der Messung</b>		
Funktionsübersicht	Stoppen der Messung.	
Funktionseinstellung	Die Messung kann durch Drücken der <b>START/STOP</b> -Taste während der Messung gestoppt werden.	
<b>Anzeige des Messstatus</b>		
Funktionsübersicht	Anzeige der laufenden Messung auf dem Bildschirm.	
Funktionsbetrieb	Bei der Messung mit 1 Hz oder niedriger zeigt der LCD-Bildschirm an, dass eine Messung im Gange ist.	
<b>Panel speichern und laden</b>		
Funktionsübersicht	Speichern und Lesen der Messbedingungen.	
Anpassbare Bedingungen	Funktion, Bereich, Impedanz-Messgeschwindigkeit, Spannungs-Messgeschwindigkeit, Frequenz, Komparatoreinstellung, Einstellung des Nullabgleichs, Nullabgleichsdaten, Abtastverzögerungseinstellung, Mittelwert, Auslösequelle-Einstellung, Selbstkalibrierungseinstellung, Messsignal-Nulldurchgangsstopp-Einstellung, Flanken-Korrektoreinstellung, Spannungsbegrenzung	
Panelzahl	126	
Funktionseinstellung	Save Load Clear Detaillierte Anzeige	Speichern der aktuellen Messbedingungen Lesen gespeicherter Messbedingungen Löschen gespeicherter Messbedingungen Anzeige gespeicherter Messbedingungen (Anzeige anpassbarer Bedingungen)
Sicherung der Einstellungen	Ja (Sichert Paneldaten)	

**Erkennen eines Messfehlers**

Funktionsübersicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>Funktion zur Erkennung abnormaler Verbindungen an Messanschlüssen.</li> <li>Ausgabe eines Fehlers, wenn ein Widerstandsschwellenwert für einen Kontaktfehler überschritten wird.</li> </ul>																										
Inhalt der Fehlfunktionserkennung	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Erkannte Inhalte</th><th>Zeitsteuerung für Erkennung</th><th>Anzeige</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Messstromfehler</td><td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zwischen Auslöseannahme und Spannungsmessung</li> <li>Zwischen Abtastverzögerung und Messignal-Nulldurchgangsstopp</li> </ul> </td><td>----</td></tr> <tr> <td>Kontaktfehler zwischen SOURCE-H und SENSE-H</td><td>Vor und nach der Messung</td><td>CONTACT ERROR H</td></tr> <tr> <td>Kontaktfehler zwischen SOURCE-L und SENSE-L</td><td>Vor und nach der Messung</td><td>CONTACT ERROR L</td></tr> <tr> <td>Spannungsdrift des Messobjekts</td><td>Während der Impedanzmessung</td><td>VOLTAGE DRIFT</td></tr> <tr> <td>Überspannungs-Eingabefehler</td><td>Bei der Spannungsmessung</td><td>OVER VOLTAGE</td></tr> <tr> <td>Spannungsbegrenzungsfehler</td><td>Bei der Spannungsmessung</td><td>OVER V LIMIT</td></tr> <tr> <td>Rückkabel-nicht-angeschlossen-Fehler</td><td>Nach der Impedanzmessung</td><td>RETURN CABLE ERROR</td></tr> </tbody> </table>			Erkannte Inhalte	Zeitsteuerung für Erkennung	Anzeige	Messstromfehler	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zwischen Auslöseannahme und Spannungsmessung</li> <li>Zwischen Abtastverzögerung und Messignal-Nulldurchgangsstopp</li> </ul>	----	Kontaktfehler zwischen SOURCE-H und SENSE-H	Vor und nach der Messung	CONTACT ERROR H	Kontaktfehler zwischen SOURCE-L und SENSE-L	Vor und nach der Messung	CONTACT ERROR L	Spannungsdrift des Messobjekts	Während der Impedanzmessung	VOLTAGE DRIFT	Überspannungs-Eingabefehler	Bei der Spannungsmessung	OVER VOLTAGE	Spannungsbegrenzungsfehler	Bei der Spannungsmessung	OVER V LIMIT	Rückkabel-nicht-angeschlossen-Fehler	Nach der Impedanzmessung	RETURN CABLE ERROR
Erkannte Inhalte	Zeitsteuerung für Erkennung	Anzeige																									
Messstromfehler	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zwischen Auslöseannahme und Spannungsmessung</li> <li>Zwischen Abtastverzögerung und Messignal-Nulldurchgangsstopp</li> </ul>	----																									
Kontaktfehler zwischen SOURCE-H und SENSE-H	Vor und nach der Messung	CONTACT ERROR H																									
Kontaktfehler zwischen SOURCE-L und SENSE-L	Vor und nach der Messung	CONTACT ERROR L																									
Spannungsdrift des Messobjekts	Während der Impedanzmessung	VOLTAGE DRIFT																									
Überspannungs-Eingabefehler	Bei der Spannungsmessung	OVER VOLTAGE																									
Spannungsbegrenzungsfehler	Bei der Spannungsmessung	OVER V LIMIT																									
Rückkabel-nicht-angeschlossen-Fehler	Nach der Impedanzmessung	RETURN CABLE ERROR																									
Zeitsteuerung für Erkennung	Siehe „8.2 Ablaufdiagramm“ (S. 86)																										
Messfehleranzeige	Siehe „Fehlermeldungen und Abhilfe“ (S. 133)																										
<b>Komparator</b>																											
Funktionsübersicht	Vergleichsfunktionen für Mess- und Referenzwerte																										
Funktionseinstellung	ON/OFF (Einstellung für die einzelnen Messparameter)																										
Anpassbare Messung	Impedanzmessung, Spannungsmessung																										
Einstellen des Bereich für obere und untere Grenzwerte	Z: 0,0000 mΩ θ: -180,000° R: -3,0000 mΩ X: -120,0000 mΩ V: -5,10000 V	bis 120,0000 mΩ bis 180,000° bis 120,0000 mΩ bis 120,0000 mΩ bis 5,10000 V																									
Signaltonmodus	OFF/Hi • Lo/IN/ALL																										
Signaltonbetrieb	OFF	Kein Signalton																									
	Hi • Lo	Kurzer Signalton (dreimal)																									
	IN	Langer Signalton																									
	ALL	Bei Hi • Lo:	Kurzer Signalton (dreimal)																								
		Bei IN	Langer Signalton																								
Auswertung über V-Absolutwert	ON/OFF																										
Auswertungsergebnis	Hi/IN/Lo (unabhängige Auswertung von Impedanz und Spannung)																										
PASS/FAIL-Auswertung	AND-betreibt die Auswertungsergebnisse für Impedanz und Spannung und gibt dann eine PASS/FAIL-Auswertung ab (EXT.I/O-Ausgang).																										

## Auswertungsbetrieb

Messergebnis	Auswertungsergebnis	Ausgabe von EXT. I/O					
		Hi	IN	Lo	ERR	PASS	FAIL
Hi Eingestellter Wert < Messwert	Hi	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
Lo Eingestellter Wert ≤ Messwert ≤ Hi Eingestellter Wert	IN	OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF
Messwert < Lo Eingestellter Wert	Lo	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON
OverRange (Überschreitung)	Hi	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
Messfehler	Keine Auswertung	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
Während Messunterbrechung	Keine Auswertung	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

Sicherung der Einstellungen      Ja

## Nullabgleich

Funktionsübersicht	Entfernen der aufgrund von Offset und Messumgebung vorhandenen Restkomponenten.		
Anpassbare Messung	Impedanzmessung, Spannungsmessung		
Funktionseinstellung	ON/OFF		
Anpassungsmodus	SPOT/ALL		
SPOT:	Es werden innerhalb des aktuell eingestellten Bereichs Nullabgleiche für Frequenz- und Spannungsmessungen ausgeführt.		
ALL:	Es wird innerhalb des aktuell eingestellten Bereichs ein Nullabgleich für alle Frequenzen und Spannungsmessungen ausgeführt.		
Nullabgleichsbereich	R	-0,1000 mΩ bis 0,1000 mΩ (3mΩ-Bereich) -1,5000 mΩ bis 1,5000 mΩ (3 mΩ-Bereich, BT4560-60) -0,3000 mΩ bis 0,3000 mΩ (10mΩ-Bereich) -3,0000 mΩ bis 3,0000 mΩ (10 mΩ-Bereich, BT4560-60) -3,000 mΩ bis 3,000 mΩ (100mΩ-Bereich)	
	X	-1,5000 mΩ bis 1,5000 mΩ (gleich für alle Bereiche)	
	V	-0,10000 V bis 0,10000 V	
	(BT4560-60)		
	• Messfrequenz:	Der Reaktanz-Nullabgleichsfehler wird nicht für Frequenzen zwischen 1,06 kHz und 10,00 kHz ausgewertet.	
	• Messabweichungserkennung:	Der Rückkabel-Trennungsfehler wird nicht für Frequenzen oberhalb von 1,06 kHz ausgewertet.	

Sicherung der Einstellungen      Ja

## Selbstkalibrierung

Funktionsübersicht	Die Kalibrierung des Voltmeters erfolgt über interne Schaltkreise.		
Funktionseinstellung	AUTO/MANUAL		

Zeitsteuerung für Ausführung	AUTO	Es werden immer alle Spannungsmessungen ausgeführt.
	MANUAL	Durch EXT.I/O oder einen Befehl ausgeführt. (Während des TRIG-Wartezustands ausgeführt. Der EXT. I/O-Befehl wird nach Beendigung der Messung ausgeführt, wenn bei laufender Messung eine Signal empfangen wurde.)
Selbstkalibrierungszeit	210 ms	
Sicherung der Einstellungen	Ja	

### Abtastverzögerung

Funktionsübersicht	Stellt während der Impedanzmessung die Anzahl der Schwingungen ein, die abgewartet werden müssen, bis Wechselstrom zum Abtast-Startpunkt geführt. (S.40)	
Funktionseinstellung	WAVE/ΔVOLT	WAVE: Der Abtastvorgang wird nach Anwendung des Messsignals nur für die eingestellten Schwingungszahlen ausgeführt. Stellen Sie 0 bis 9 Schwingungen ein (Auflösung 0,1 Schwingungen, Standardwert: 1 Schwingung) ΔVOLT: Der Abtastvorgang wird ausgeführt, nachdem die Abweichung der Messsignalflanke unter den eingestellten Spannungswert fällt. Einstellung mit 0,001 mV bis 10,000 mV
Sicherung der Einstellungen	Ja	

### Durchschnitt (Nur für Impedanzmessung)

Funktionsübersicht	Die Impedanz-Messwerte werden so oft gemittelt wie eingestellt und dann ausgegeben.	
Funktionseinstellung	1 bis 99 Mal	
Durchschnittsmethode	Einfacher Durchschnitt	
Sicherung der Einstellungen	Ja	

### Flanken-Korrektur bei Impedanzmessungen

Funktionsübersicht	Die Flanke des AC-Signals wird bei Durchführung der Impedanzmessung kompensiert. (S.45)	
Funktionseinstellung	ON/OFF	
Sicherung der Einstellungen	Ja	

### Spannungsbegrenzung

Funktionsübersicht	Einstellung des oberen Grenzwertes der Batteriespannung, mit dem die Impedanzmessung ausgeführt wird. Wenn die Batteriespannung höher ist als der eingestellte Wert wird keine Impedanzmessung ausgeführt. (S.47)	
Funktionseinstellung	ON/OFF	
Einstellungsbereich	0,01 V bis 5,00 V (Standardeinstellung: 4,20 Einstellung auf Grundlage des Absolutwerts)	
Sicherung der Einstellungen	Ja	

## Verhindern von Laden/Entladen bei AC-Zuführung

Funktionsübersicht	Durch Beenden des AC-Signals bei Nulldurchgang wird das Laden und/oder Entladen der Batterie verhindert.
Funktionseinstellungen	ON/OFF
Genaugigkeit	±80 µs
Sicherung der Einstellungen	Ja

## System

### Einstellung der Schnittstelle

Funktionsübersicht	Einstellung der Kommunikationsschnittstelle.	
Funktionseinstellung	RS-232C/USB/LAN (Manuelle Auswahl)	
	Übertragungsgeschwindigkeits-Einstellung	9.600 bps/19.200 bps/38.400 bps
(Der Übertragungsdelimiter kann mit CR+LF festgelegt werden.)		
Sicherung der Einstellungen	Ja	

### Anzeigeeinstellung

Funktionsübersicht	Anpassen von Displaykontrast und Hintergrundbeleuchtung.	
Automatisches Abschalten	Bei Verwendung des externen Auslösers wird die Helligkeit auf 10% reduziert, wenn eine Minute lang kein Bedienvorgang erfolgt ist. Durch Tastenbetätigung auf der Vorderseite kann die ursprüngliche Helligkeit wiederhergestellt werden.	
Kontrast	0% bis 100% (in 5%-Schritten, Anfangswert: 50%)	
Helligkeitsanpassung	10% bis 100% (in 5%-Schritten, Anfangswert: 80%)	
Sicherung der Einstellungen	Ja	

### EXT.I/O-Einstellung

Funktionsübersicht	Einstellung des EXTI/O-Ausgangs auf Senke oder Quelle.	
EXT.I/O-Einstellung	PNP/NPN	
Einstellungsmethode	Wechseln des hinteren Schalters	

### Tastensperre

Funktionsübersicht	Deaktivieren des Tastenbetriebs mit Ausnahme der Auslösertaste,	
Funktionseinstellung	ON/OFF (Bei ON wird der Tastenbetriebs mit Ausnahme der Auslösertaste deaktiviert.)	
Freigabemethode	Drücken Sie die <b>LOCAL</b> -Taste und halten Sie sich mind. fünf Sekunden lang gedrückt	
Sicherung der Einstellungen	Keine	

### Tastenton

Funktionsübersicht	Bei jedem Drücken der Taste ertönt der Signalton.	
Funktionseinstellung	ON/OFF (Bei ON ertönt der Signalton.)	
Sicherung der Einstellungen	Ja	

**Zurücksetzen**

Funktionsübersicht	Beenden der Einstellungen	
Funktionsbetrieb	System-Reset	Zurücksetzen der Einstellungen auf die Werkseinstellungen, ausgenommen Kommunikationseinstellung.
	Normal zurücksetzen	Zurücksetzen der Einstellungen auf die Werkseinstellungen, ausgenommen Kommunikationseinstellung, Nullabgleichswerte und Panelspeicherdaten.

**Information**

Funktionsübersicht	Anzeige der Systeminformationen.
Anzeige von Informationen	Seriennummer, Softwareversion

**Systemtest**

Funktionsübersicht	Transportkontrolle und EXT. I/O-Betriebsprüfung.	
Prüfelement	Tastentest, LCD-Test, ROM-Test, EXT.I/O-Test	
Funktionsbetrieb	Tastentest	Prüft, ob die Tasten richtig funktionieren.
	LCD-Test	Prüft den ON/OFF-Betrieb des LCD.
	ROM-Test	Prüft, ob der Inhalt von ROM normal ist.
	EXT.I/O-Test	Prüfen Sie, ob das Ausgabesignal ordnungsgemäß von EXT I/O ausgegeben wird und, ob das Eingabesignal normal gelesen wird.
	Kommunikationsüberwachung	Befehl und Antwort auf die Abfrage werden auf dem Bildschirm angezeigt.

**Fehleranzeige**

„Fehlermeldungen und Abhilfe“ (S. 133)

## 10.3 Benutzerschnittstelle

### Anzeige

Monochromer Grafik-	LCD 240 × 110
Bildschirmgröße	94 W × 55 H mm (Sichtbereich)
Hintergrundbeleuchtung	Weiß, LED Helligkeits-Anpassungsbereich 10% bis 100% (in 5%-Schritten)
Kontrast	Anpassungsbereich: 0% bis 100% (in 5%-Schritten)

## 10.4 Externe Schnittstelle

### Kommunikationsschnittstelle

Arten von Schnittstellen	RS-232C / USB / LAN
	Bei der Kommunikation über RS-232C / USB / LAN sind Bedienvorgänge über das Frontpanel im Remote-Modus deaktiviert.
	Freigabemethode:
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedienung mit der LOCAL-Taste</li> <li>• Gerät neu starten</li> <li>• Das SYSTem verwenden: LOCal-Befehl per USB / RS-232C / LAN</li> </ul>

### RS-232C

Kommunikationsinhalte	Fernbedienung, Ausgabe des Messwerts
Übertragungsmethode	Start/Stopp-Synchronisationssystem, Vollduplex
Übertragungsgeschwindigkeit	9.600 bps/19.200 bps/38.400 bps
Datenbitlänge	8 Bit
Stoppbit	1
Paritätsbit	Keine
Endezeichen	Senden: CR+LF Empfangen: CR, CR+LF
Delimiter	Senden: CR+LF Empfangen: CR, CR+LF
Handshake	X-Verlauf: Nicht im Lieferumfang enthalten, Hardware-Verlauf: Nicht im Lieferumfang enthalten
Protokoll	Nicht-Verfahren-System
Steckverbinder	D-Sub9-polig, männlich, Gegenstück: feste Platte mit Schraube #4-40

**USB**

Kommunikationsinhalte	Fernbedienung, Ausgabe des Messwerts
Elektrische Spezifikationen	USB2.0 (Pseudo-COM-Port)
Klasse	CDC-Klasse
Steckverbinder	Buchse Serie B

**LAN**

Einstellungen können durch Zugriff auf das Gerät mit einem Webbrowser geändert werden.

Geltende Norm	IEEE802.3		
Übertragungsmethode	Automatische Erkennung von 10BASE-T/100BASE-TX Halb-/Vollduplex, Auto MDI-X		
Protokoll	TCP/IP		
Anschluss	RJ-45		
Kommunikationsbeschreibung	Erfassung von Einstellung und Messwert durch Verwenden von Kommunikationsbefehlen		
Einstellungen	IP-Adresse:	xxx.xxx.xxx.xxx * <sup>1</sup>	Standardwert 192.168.1.1
	Subnetzmaske:	xxx.xxx.xxx.xxx * <sup>1</sup>	Standardwert 255.255.0.0
	Standard-Gateway:	xxx.xxx.xxx.xxx * <sup>1</sup>	Standardwert OFF(0.0.0.0)
	Port für Kommunikationsbefehle:	11 bis 65535 (Ohne 80)	Standardwert 23

\*1. xxx steht für eine Zahl von 0 bis 255.

**EXT.I/O****Eingabesignal**

Eingabesignal	• START (TRIG)	• STOP	• 0ADJ_SPOT
	• 0ADJ_ALL	• LOAD0 bis LOAD6	• CAL
Foto-Koppler-Isolation	Spannungsfreie Kontakteingänge (passend zu Stromsenk-/Quellenausgang)		
Eingang ON	Restspannung 1 V (Eingang ON Strom 4 mA (Referenzwert))		
Eingang OFF	OPEN (Abschaltstrom weniger als 100 µA)		

**Ausgangssignal**

Ausgangssignal	• INDEX	• EOM	• ERR	• PASS	• FAIL
	• RorZ_HI	• RorZ_IN	• RorZ_LO	• Xorθ_HI	• Xorθ_IN
	• Xorθ_LO	• V_HI	• V_IN	• V_LO	
Foto-Koppler-Isolation	Open-Drain-Ausgang (Nicht-Polarität)				
Maximale Lastspannung	30 V max DC Restspannung weniger als 1 V (Laststrom 50 mA)/weniger als 0,5 V (Laststrom 10 mA)				
Maximaler Ausgangsstrom	max. 50 mA/ch				

**Betriebsstromversorgungsausgang**

Ausgangsspannung	Entspricht Senkausgang	+5,0 V $\pm$ 10%, max. 100 mA
	Entspricht Quellenausgang	-5,0 V $\pm$ 10%, max. 100 mA
Isolation	Vom Schutzerdungspotential und dem Messstromkreis aus fließend.	
Isolationswert	Spannung zur Masse 50 V DC, 30 V AC rms, weniger als 42,4 Vpeak AC	

**Struktur**

Steckverbinder	D-Sub37-polig, weiblich, Gegenstück: feste Platte mit Schraube #4-40
Stiftlayout	„8.1 Externe Eingangs-/Ausgangs-Anschlüsse und Signale“ (S. 82)

## 10.5 Genauigkeit

### Bedingungen der Genauigkeitsgarantie

Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbereich	23°C±5°C, weniger als 80% relative Luftfeuchtigkeit (nicht kondensierend)
Nullabgleich	Nach Ausführung des Nullabgleichs
Messstatus	Messung unter denselben Bedingungen (Form des Messfühlers, Layout, Messumgebung) wie bei dem Nullabgleich. Keine Veränderung der Form des Messfühlers während der Messung
Aufwärmzeit	Mindestens 60 Minuten
Selbstkalibrierung	Ausführen der Selbstkalibrierung nach dem Aufwärmen Die Schwankung der Umgebungstemperatur nach der Selbstkalibrierung innerhalb von ±2°C halten.

### Impedanz-Messgenauigkeit

#### BT4560-50

- 3mΩ-Bereich (0,01 Hz bis 100 Hz), 10mΩ-Bereich und 100mΩ-Bereich

$$R\text{-Genauigkeit} = \pm(0,004|R| + 0,0017|X|)[m\Omega] \pm \alpha$$

$$X\text{-Genauigkeit} = \pm(0,004|X| + 0,0017|R|)[m\Omega] \pm \alpha$$

(Die Einheit von R und X ist [mΩ],  $\alpha$  ist in unten stehender Tabelle dargestellt.)

$$Z\text{-Genauigkeit} = \pm 0,4\% \text{ rdg.} \pm \alpha(|\sin \theta| + |\cos \theta|)$$

$$\theta\text{-Genauigkeit} = \pm 0,1^\circ \pm (57,3\alpha / Z) \times (|\sin \theta| + |\cos \theta|)$$

( $\alpha$  ist in unten stehender Tabelle dargestellt.)

- 3mΩ-Bereich (110 Hz bis 1050 Hz)

$$R\text{-Genauigkeit} = \pm(0,004|R| + 0,0052|X|)[m\Omega] \pm \alpha$$

$$X\text{-Genauigkeit} = \pm(0,004|X| + 0,0052|R|)[m\Omega] \pm \alpha$$

(Die Einheit von R und X ist [mΩ],  $\alpha$  ist in unten stehender Tabelle dargestellt.)

$$Z\text{-Genauigkeit} = \pm 0,4\% \text{ rdg.} \pm \alpha(|\sin \theta| + |\cos \theta|)$$

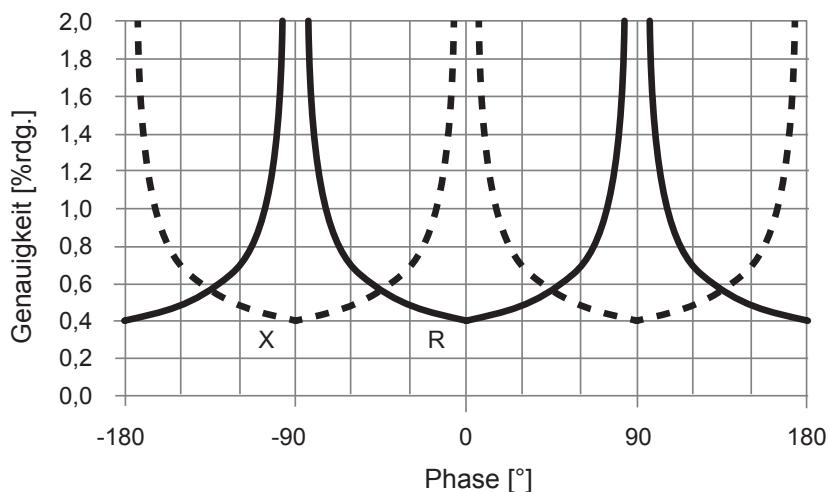
$$\theta\text{-Genauigkeit} = \pm 0,3^\circ \pm (57,3\alpha / Z) \times (|\sin \theta| + |\cos \theta|)$$

( $\alpha$  ist in unten stehender Tabelle dargestellt.)

		3 mΩ-Bereich	10 mΩ-Bereich	100 mΩ-Bereich
$\alpha$	FAST	25 dgt.	60 dgt.	60 dgt.
	MED	15 dgt.	30 dgt.	30 dgt.
	SLOW	8 dgt.	15 dgt.	15 dgt.

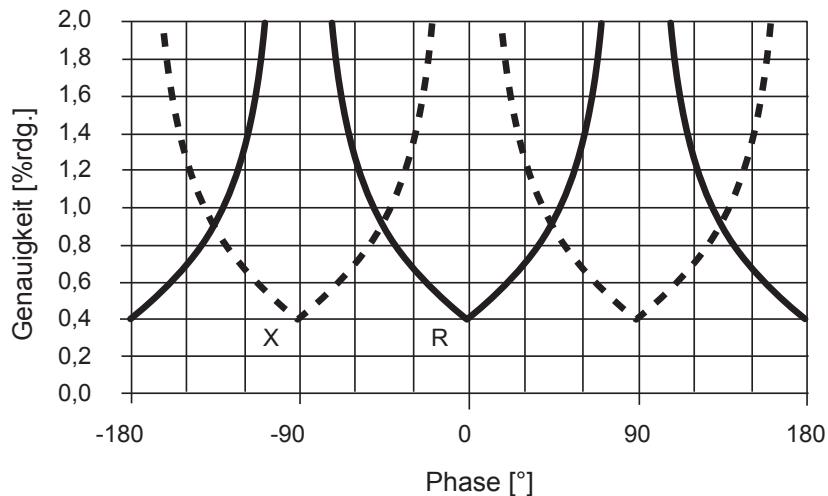
**Genauigkeitsdiagramm**

- 3 mΩ-Bereich (0,01 Hz bis 100 Hz), 10 mΩ-Bereich und 100 mΩ-Bereich



Impedanz-Genauigkeit ohne  $\alpha$  ( $0,004|R| + 0,0017|X|$ ,  $0,004|X| + 0,0017|R|$ )

- 3 mΩ-Bereich (110 Hz bis 1050 Hz)



Impedanz-Genauigkeit ohne  $\alpha$  ( $0,004|R| + 0,0052|X|$ ,  $0,004|X| + 0,0052|R|$ )

**BT4560-60**

- 3 mΩ-Bereich  
(0,01 Hz bis 100 Hz)

Z-Genauigkeit =  $\pm 0,4\%$  des Anzeigewerts  $\pm \alpha (|\sin\theta| + |\cos\theta|)$

θ-Genauigkeit =  $\pm 0,1^\circ \pm 57,3\alpha / Z (|\sin\theta| + |\cos\theta|)$

R-Genauigkeit =  $\pm (0,004|R| + 0,0017|X|) \pm \alpha [m\Omega]$

X-Genauigkeit =  $\pm (0,004|X| + 0,0017|R|) \pm \alpha [m\Omega]$

(110 Hz bis 1,05 kHz)

Z-Genauigkeit =  $\pm 0,4\%$  des Anzeigewerts  $\pm \alpha (|\sin\theta| + |\cos\theta|)$

θ-Genauigkeit =  $\pm 0,3^\circ \pm 57,3\alpha / Z (|\sin\theta| + |\cos\theta|)$

R-Genauigkeit =  $\pm (0,004|R| + 0,0052|X|) \pm \alpha [m\Omega]$

X-Genauigkeit =  $\pm (0,004|X| + 0,0052|R|) \pm \alpha [m\Omega]$

(1,06 kHz bis 5,00 kHz,  $Z > 1 \text{ m}\Omega$  )

$Z\text{-Genauigkeit} = \pm 4\% \text{ des Anzeigewerts} \pm \alpha ( |\sin\theta| + |\cos\theta| )$

$\theta\text{-Genauigkeit} = \pm 15^\circ \pm 57,3\alpha / Z ( |\sin\theta| + |\cos\theta| )$

$R\text{-Genauigkeit} = \pm ( 0,040|R| + 0,262|X| ) \pm \alpha [ \text{m}\Omega ]$

$X\text{-Genauigkeit} = \pm ( 0,040|X| + 0,262|R| ) \pm \alpha [ \text{m}\Omega ]$

(5,01 kHz bis 10,00 kHz,  $Z > 1 \text{ m}\Omega$ )

$Z\text{-Genauigkeit} = \pm 10\% \text{ des Anzeigewerts} \pm \alpha ( |\sin\theta| + |\cos\theta| )$

$\theta\text{-Genauigkeit} = \pm 25^\circ \pm 57,3\alpha / Z ( |\sin\theta| + |\cos\theta| )$

$R\text{-Genauigkeit} = \pm ( 0,100|R| + 0,436|X| ) \pm \alpha [ \text{m}\Omega ]$

$X\text{-Genauigkeit} = \pm ( 0,100|X| + 0,436|R| ) \pm \alpha [ \text{m}\Omega ]$

- 10  $\text{m}\Omega$ -Bereich

(0,01 Hz bis 1,05 kHz )

$Z\text{-Genauigkeit} = \pm 0,4\% \text{ des Anzeigewerts} \pm \alpha ( |\sin\theta| + |\cos\theta| )$

$\theta\text{-Genauigkeit} = \pm 0,1^\circ \pm 57,3\alpha / Z ( |\sin\theta| + |\cos\theta| )$

$R\text{-Genauigkeit} = \pm ( 0,004|R| + 0,0017|X| ) \pm \alpha [ \text{m}\Omega ]$

$X\text{-Genauigkeit} = \pm ( 0,004|X| + 0,0017|R| ) \pm \alpha [ \text{m}\Omega ]$

(1,06 kHz bis 5,00 kHz,  $Z > 1 \text{ m}\Omega$  )

$Z\text{-Genauigkeit} = \pm 4\% \text{ des Anzeigewerts} \pm \alpha ( |\sin\theta| + |\cos\theta| )$

$\theta\text{-Genauigkeit} = \pm 15^\circ \pm 57,3\alpha / Z ( |\sin\theta| + |\cos\theta| )$

$R\text{-Genauigkeit} = \pm ( 0,040|R| + 0,262|X| ) \pm \alpha [ \text{m}\Omega ]$

$X\text{-Genauigkeit} = \pm ( 0,040|X| + 0,262|R| ) \pm \alpha [ \text{m}\Omega ]$

(5,01 kHz bis 10,00 kHz,  $Z > 1 \text{ m}\Omega$  )

$Z\text{-Genauigkeit} = \pm 10\% \text{ des Anzeigewerts} \pm \alpha ( |\sin\theta| + |\cos\theta| )$

$\theta\text{-Genauigkeit} = \pm 25^\circ \pm 57,3\alpha / Z ( |\sin\theta| + |\cos\theta| )$

$R\text{-Genauigkeit} = \pm ( 0,100|R| + 0,436|X| ) \pm \alpha [ \text{m}\Omega ]$

$X\text{-Genauigkeit} = \pm ( 0,100|X| + 0,436|R| ) \pm \alpha [ \text{m}\Omega ]$

- 100  $\text{m}\Omega$ -Bereich

(0,01 Hz bis 1,05 kHz )

$Z\text{-Genauigkeit} = \pm 0,4\% \text{ des Anzeigewerts} \pm \alpha ( |\sin\theta| + |\cos\theta| )$

$\theta\text{-Genauigkeit} = \pm 0,1^\circ \pm 57,3\alpha / Z ( |\sin\theta| + |\cos\theta| )$

$R\text{-Genauigkeit} = \pm ( 0,004|R| + 0,0017|X| ) \pm \alpha [ \text{m}\Omega ]$

$X\text{-Genauigkeit} = \pm ( 0,004|X| + 0,0017|R| ) \pm \alpha [ \text{m}\Omega ]$

(1,06 kHz bis 5,00 kHz,  $Z > 10 \text{ m}\Omega$  )

Z-Genauigkeit =  $\pm 4\%$  des Anzeigewerts  $\pm \alpha ( |\sin\theta| + |\cos\theta| )$

$\theta$ -Genauigkeit =  $\pm 15^\circ \pm 57,3\alpha / Z ( |\sin\theta| + |\cos\theta| )$

R-Genauigkeit =  $\pm ( 0,040|R| + 0,262|X| ) \pm \alpha [ \text{m}\Omega ]$

X-Genauigkeit =  $\pm ( 0,040|X| + 0,262|R| ) \pm \alpha [ \text{m}\Omega ]$

(5,01 kHz bis 10,00 kHz,  $Z > 10 \text{ m}\Omega$  )

Z-Genauigkeit =  $\pm 10\%$  des Anzeigewerts  $\pm \alpha ( |\sin\theta| + |\cos\theta| )$

$\theta$ -Genauigkeit =  $\pm 25^\circ \pm 57,3\alpha / Z ( |\sin\theta| + |\cos\theta| )$

R-Genauigkeit =  $\pm ( 0,100|R| + 0,436|X| ) \pm \alpha [ \text{m}\Omega ]$

X-Genauigkeit =  $\pm ( 0,100|X| + 0,436|R| ) \pm \alpha [ \text{m}\Omega ]$

Messung von  $\alpha$

Frequenz	Messgeschwindigkeit	3 m $\Omega$ -Bereich	10 m $\Omega$ -Bereich	100 m $\Omega$ -Bereich
0,01 Hz bis 1,05 kHz	FAST	25 dgt.	60 dgt.	60 dgt.
	MEDIUM	15 dgt.	30 dgt.	30 dgt.
	SLOW	8 dgt.	15 dgt.	15 dgt.
1,06 kHz bis 10,00 kHz	FAST	40 dgt.	90 dgt.	90 dgt.
	MEDIUM			
	SLOW			

Zugleich für BT4560-50 und BT4560-60 gültig

Temperaturkoeffizient	R: $\pm R$ -Genauigkeit $\times 0,1 / ^\circ\text{C}$
	X: $\pm X$ -Genauigkeit $\times 0,1 / ^\circ\text{C}$
	Z: $\pm Z$ -Genauigkeit $\times 0,1 / ^\circ\text{C}$
	$\theta$ : $\pm \theta$ -Genauigkeit $\times 0,1 / ^\circ\text{C}$ Angewandt im Bereich $(0^\circ\text{C} \text{ bis } 18^\circ\text{C}, 28^\circ\text{C} \text{ bis } 40^\circ\text{C})$

### Spannungs-Messgenauigkeit

Spannungsmessung		
V	Anzeigebereich	-5,10000 V bis 5,10000 V
	Auflösung	10 $\mu\text{V}$
Spannungs-Genauigkeit	FAST	$\pm 0,0035\% \text{ rdg.} \pm 5 \text{ dgt.}$
	MED	$\pm 0,0035\% \text{ rdg.} \pm 5 \text{ dgt.}$
	SLOW	$\pm 0,0035\% \text{ rdg.} \pm 5 \text{ dgt.}$
Temperaturkoeffizient	$\pm 0,0005\% \text{ rdg.} \pm 1 \text{ dgt.} / ^\circ\text{C}$ (Angewandt in den Bereichen $0^\circ\text{C} \text{ bis } 18^\circ\text{C}$ und $28^\circ\text{C} \text{ bis } 40^\circ\text{C}$ )	

**Temperatur-Messgenauigkeit**

Temperaturmessung (nur BT4560)	±0,1°C Temperaturkoeffizient: ±0,01°C/°C (angewandt im Bereich 0°C bis 18°C, 28°C bis 40°C)
Temperaturmessung (BT4560+Z2005)	±0,5°C (Gemessene Temperatur: 10,0°C bis 40,0°C) ±1,0°C (Gemessene Temperatur: -10,0°C bis 9,9°C, 40,1°C bis 60,0°C)

**Kombinationseinfluss bei Verwendung von SW9002**

Bereich	Einfluss			Bedingungen/Anmerkungen
	0,01 Hz bis 100 Hz	110 Hz bis 1050 Hz	1060 Hz bis 10,00 kHz	
3 mΩ-Bereich	R: ±0,05% f.s. X: ±0,1% f.s.	R: ±0,1% f.s. X: ±1,0% f.s.	(Messgenauigkeit dieses Geräts) × 1	1060 Hz bis 10,00 kHz: Anwendbar auf BT4560-60
10 mΩ-Bereich	R: ±0,015% f.s. X: ±0,03% f.s.	R: ±0,03% f.s. X: ±0,3% f.s.		
100 mΩ-Bereich	R: ±0,01% f.s. X: ±0,015% f.s.	R: ±0,01% f.s. X: ±0,03% f.s.		
Spannung (V)	Alle Bereiche: ±5 µV			Nach der Temperaturstabilisierung in der Betriebsumgebung. Innerhalb einer Minute nach Kontaktabschluss.

**Beispiel für eine Genauigkeitsberechnung**

(Abgerundet auf anzeigbare Zahlenwerte)

**1 Impedanz-Messgenauigkeit****<Messbedingung 1>**

Messbereich: 3mΩ-Bereich, Messgeschwindigkeit: SLOW, Frequenz: 0,01 bis 100 Hz, Messobjekt: R=1 mΩ, X=-0,5 mΩ

**R-Genauigkeit**

$$\begin{aligned}
 & \pm (0,004 \times |1 \text{ m}\Omega| + 0,0017 \times |-0,5 \text{ m}\Omega|) \pm 8 \text{ dgt.} \\
 & = \pm (0,004 \times |1 \text{ m}\Omega| + 0,0017 \times |-0,5 \text{ m}\Omega|) \pm 0,0008 \text{ m}\Omega \\
 & = \pm 0,00565 \text{ m}\Omega \text{ (Abgerundet auf den anzeigbaren Zahlenwert } \pm 0,0056 \text{ m}\Omega)
 \end{aligned}$$

**X-Genauigkeit**

$$\begin{aligned}
 & \pm (0,004 \times |-0,5 \text{ m}\Omega| + 0,0017 \times |1 \text{ m}\Omega|) \pm 8 \text{ dgt.} \\
 & = \pm (0,004 \times |-0,5 \text{ m}\Omega| + 0,0017 \times |1 \text{ m}\Omega|) \pm 0,0008 \text{ m}\Omega \\
 & = \pm 0,00450 \text{ m}\Omega \text{ (Abgerundet auf den anzeigbaren Zahlenwert } \pm 0,0045 \text{ m}\Omega)
 \end{aligned}$$

**<Messbedingung 2>**

Messbereich: 100mΩ-Bereich, Messgeschwindigkeit: FAST, Frequenz: 0,01 bis 1050 Hz, Messobjekt: Z=60 mΩ, θ=-20°

**Z-Genauigkeit**

$$\begin{aligned}
 & \pm 0,4\% \text{ rdg.} \times 60 \text{ m}\Omega \pm 60 \text{ dgt.} \times \{|\cos(-20^\circ)| + |\sin(-20^\circ)|\} \\
 & = \pm 0,240 \text{ m}\Omega \pm 0,060 \text{ m}\Omega \times (|0,940| + |-0,342|) \\
 & = \pm 0,3169 \text{ m}\Omega \text{ (Abgerundet auf den anzeigbaren Zahlenwert } \pm 0,316 \text{ m}\Omega)
 \end{aligned}$$

**θ-Genauigkeit**

$$\begin{aligned}
 & \pm 0,1^\circ \pm 57,3^\circ \times 60 \text{ dgt.} \div 60 \text{ m}\Omega \times \{|\cos(-20^\circ)| + |\sin(-20^\circ)|\} \\
 & = \pm 0,1^\circ \pm 57,3^\circ \times 0,060 \text{ m}\Omega \div 60 \text{ m}\Omega \times (|0,940| + |-0,342|) \\
 & = \pm 0,1734^\circ \text{ (Abgerundet auf den anzeigbaren Zahlenwert } \pm 0,173^\circ)
 \end{aligned}$$

**<Messbedingung 3>**

Messbereich: 3mΩ-Bereich, Messgeschwindigkeit: SLOW, Frequenz: 0,01 bis 100 Hz, Messobjekt: R=1 mΩ, X=-0,5 mΩ, Umgebungstemperatur des Instruments: 15°C

**R-Genauigkeit**

$$\begin{aligned}
 & \pm (0,004 \times |1 \text{ m}\Omega| + 0,0017 \times |-0,5 \text{ m}\Omega|) \pm 8 \text{ dgt.} \\
 & + \{ \pm (0,004 \times |1 \text{ m}\Omega| + 0,0017 \times |-0,5 \text{ m}\Omega|) \pm 8 \text{ dgt.} \} \times 0,1/\text{ }^{\circ}\text{C} \times (|18\text{ }^{\circ}\text{C} - 15\text{ }^{\circ}\text{C}|) \\
 = & \pm 0,00565 \text{ m}\Omega + (\pm 0,00565 \text{ m}\Omega) \times 0,1/\text{ }^{\circ}\text{C} \times 3\text{ }^{\circ}\text{C} \\
 = & \pm 0,00735 \text{ m}\Omega \text{ (Abgerundet auf den anzeigbaren Zahlenwert } \pm 0,0073 \text{ m}\Omega)
 \end{aligned}$$

**X-Genauigkeit**

$$\begin{aligned}
 & \pm (0,004 \times |-0,5 \text{ m}\Omega| + 0,0017 \times |1 \text{ m}\Omega|) \text{ m}\Omega \pm 8 \text{ dgt.} \\
 & + \{ \pm (0,004 \times |-0,5 \text{ m}\Omega| + 0,0017 \times |1 \text{ m}\Omega|) \text{ m}\Omega \pm 8 \text{ dgt.} \} \times 0,1/\text{ }^{\circ}\text{C} \times (|18\text{ }^{\circ}\text{C} - 15\text{ }^{\circ}\text{C}|) \\
 = & \pm 0,0045 \text{ m}\Omega + (\pm 0,0045 \text{ m}\Omega) \times 0,1/\text{ }^{\circ}\text{C} \times 3\text{ }^{\circ}\text{C} \\
 = & \pm 0,00585 \text{ m}\Omega \text{ (Abgerundet auf den anzeigbaren Zahlenwert } \pm 0,0058 \text{ m}\Omega)
 \end{aligned}$$

## 2 Spannungs-Messgenauigkeit

**<Messbedingung 1>**

Messbereich: beliebig, Messgeschwindigkeit: beliebig, Frequenz: beliebig, Messobjekt: R=beliebig, X=beliebig, V=3,6 V

**V-Genauigkeit**

$$\begin{aligned}
 & \pm 0,0035\% \text{ rdg.} \times 3,6 \text{ V} \pm 5 \text{ dgt.} \\
 = & \pm 0,000126 \text{ V} \pm 0,00005 \text{ V} \\
 = & \pm 0,000176 \text{ V} \text{ (Abgerundet auf den anzeigbaren Zahlenwert } \pm 0,00017 \text{ V)}
 \end{aligned}$$

**<Messbedingung 2>**

Messbereich: beliebig, Messgeschwindigkeit: beliebig, Frequenz: beliebig, Messobjekt: R=beliebig, X=beliebig, V=3,6 V, Umgebungstemperatur des Instruments: 15°C

**V-Genauigkeit**

$$\begin{aligned}
 & \pm 0,0035\% \text{ rdg.} \times 3,6 \text{ V} \pm 5 \text{ dgt.} + (\pm 0,0005\% \text{ rdg.}/\text{ }^{\circ}\text{C} \times 3,6 \text{ V} \pm 1 \text{ dgt.}/\text{ }^{\circ}\text{C}) \times (|18\text{ }^{\circ}\text{C} - 15\text{ }^{\circ}\text{C}|) \\
 = & \pm 0,000176 \text{ V} + (\pm 0,000018 \text{ V}/\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,00001 \text{ V}/\text{ }^{\circ}\text{C}) \times 3\text{ }^{\circ}\text{C} \\
 = & \pm 0,000260 \text{ V} \text{ (Abgerundet auf den anzeigbaren Zahlenwert } \pm 0,00026 \text{ V)}
 \end{aligned}$$

## 3 Temperatur-Messgenauigkeit

**<Messbedingung 1>**

Kombination aus diesem Instrument und Z2005, Gemessene Temperatur: T=35°C, Umgebungstemperatur des Instruments: 0°C

**T-Genauigkeit**

$$\begin{aligned}
 & \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,01\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{ }^{\circ}\text{C} \times (|18\text{ }^{\circ}\text{C} - 0\text{ }^{\circ}\text{C}|) \\
 = & \pm 0,68\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (Abgerundet auf den anzeigbaren Zahlenwert } \pm 0,6\text{ }^{\circ}\text{C)}
 \end{aligned}$$

## 10.6 Allgemeine Spezifikationen

Betriebstemperatur und -Luftfeuchtigkeit	0°C bis 40°C, 80% relative Luftfeuchtigkeit oder weniger (nicht kondensierend)
Lagertemperatur und -Luftfeuchtigkeit	-10°C bis 50°C, 80% relative Luftfeuchtigkeit oder weniger (nicht kondensierend)
Genaugkeitsgarantie nach Temperatur und Luftfeuchtigkeitsbereich	23°C+5°C, 80% relative Luftfeuchtigkeit oder weniger (nicht kondensierend)
Genaugkeitsgarantiezeitraum	1 Jahr
Produktgarantiezeitraum	3 Jahre
Betriebsumgebung	Innenräume, Verschmutzungsgrad 2, Höhe bis zu 2000 m ü. NN
Geregelte Versorgungsspannung	100 V AC bis 240 V AC (unter Berücksichtigung von ±10% Spannungsschwankung gegenüber der geregelten Versorgungsspannung) Voraussichtliche transiente Überspannung 2500 V
Nennversorgungsfrequenz	50 Hz/60 Hz

Max. geregelte Leistung	80 VA
Normaler Stromverbrauch (Referenzwert)	37 W Messbedingungen: Versorgungsspannung 264 V/60 Hz, 3 mΩ-Bereich (Messstrom 1,5 A rms), Frequenz 1050 Hz
Maximale Eingangsspannung	±5 V (Zwischen H- und L-Anschluss)
Max. Spannung zur Masse	±5 V DC (Zwischen H-Anschluss und Gehäuse) 0 V DC (Zwischen L-Anschluss und Gehäuse) (Der L-Anschluss ist im internen Stromkreis virtuell geerdet. Daher muss die Spannung zur Masse nicht eingegeben werden.)
Offene Stromkreis-Anschlussspannung	50 mV oder weniger (Fall nicht gemessen) 15 V oder weniger (Fall gemessen)
Spannungsfestigkeit	Zwischen dem Stromversorgungs-Anschlussknoten und der Schutzerdung 1,62 kV AC, Sperrstrom 10 mA für 1 Minute
Abmessungen	Ca. 330 B × 80 H × 293 T mm (ohne hervorstehende Teile)
Gewicht	Ca. 3,8 kg

## Normen

Sicherheit	EN61010
EMC	EN61326 Klasse A  Einfluss der ausgestrahlten Frequenz/ des elektromagnetischen Felds  Für einen Frequenzbereich von 80 MHz bis 1 GHz wird die Genauigkeit in einem elektromagnetischen Feld von 10 V/m angegeben. Für einen Frequenzbereich von 1 GHz bis 6 GHz wird die Genauigkeit in einem elektromagnetischen Feld von 3 V/m angegeben. Impedanzmessung ±5%f.s. Spannungsmessung ±2%f.s.  Einfluss der geleiteten Frequenz/des elektromagnetischen Felds  Bei 10 V, Impedanzmessung ±2%f.s.  Auswirkung von externem Magnetfeld  In einem Magnetfeld von 400 A/m, 50/60 Hz Impedanzmessung ±6%f.s.

## Zubehör

Siehe S.1.

## Optionen

Siehe S.2.

## 11.1 Fehlerbehebung

- Wenn ein Schaden vermutet wird, lesen Sie den Abschnitt „Fehlerbehebung“, bevor Sie sich an Ihren autorisierten Hioki-Händler oder Großhändler wenden.
- Vor dem Einsenden des Instruments zur Reparatur verpacken Sie es sorgfältig, um Transportschäden zu vermeiden. Mit Polstermaterial dafür sorgen, dass sich das Instrument nicht in der Verpackung bewegen kann. Unbedingt Angaben zum Problem beilegen. Hioki haftet nicht für Schäden, die während des Transports auftreten.
- Die Sicherung befindet sich im Netzteil des Instruments. Wenn der Strom nicht angeht, ist evtl. die Sicherung durchgebrannt. Falls dem so ist, können Austausch oder Reparatur nicht von Kunden durchgeführt werden. Wenden Sie sich bitte an Ihren autorisierten Hioki-Händler oder Großhändler.

## F&amp;A (Häufige Fragen)

## Probleme mit allgemeinen Gerätbestandteilen

Nr.	Problem	Bestätigen	Mögliche Ursachen → Lösung		Siehe
1-1	Das Gerät ist aus (keine Anzeige).	Hauptnetzschalter (hinten)	OFF	Keine Stromzufuhr. → Schalten Sie den Hauptnetzschalter ein (hinten).	S.21
			ON	Keine Stromzufuhr. → Prüfen Sie die Leitungen der Stromkabel. → Prüfen Sie, ob der Zubehör-Schutzschalter eingeschaltet ist.	S.21
				Stromspannung und/oder Frequenz sind unterschiedlich. → Prüfen Sie die Nennleistung. (100 V bis 240 V, 50/60 Hz)	-
				Der Bildschirm ist dunkel. → Passen Sie Hintergrundbeleuchtung und Kontrast an. → Durch die Einstellung des externen Auslösers wird die Hintergrundbeleuchtung reduziert, wenn 1 Minute lang kein Bedienvorgang erfolgt ist.	S.68
1-2	Tasten funktionieren nicht.	Anzeige	[LOCK] wird angezeigt.	Die Taste ist gesperrt. → Lösen Sie die Tastensperre.	S.65
			[RMT] wird angezeigt.	Das Instrument befindet sich im Fernbedienungsstatus. → Beenden Sie den Fernbedienungsstatus.	S.108
1-3	Auswertungsergebnisse werden nicht angezeigt.	Messwerte	werden angezeigt.	Die Komparator-Funktion ist ausgeschaltet. → Schalten Sie die Funktion ein.	S.52
			werden nicht angezeigt. (Nicht-Werte werden angezeigt)	Wenn keine Messwerte angezeigt werden, wurde die Auswertung nicht durchgeführt und es wird kein Symbol angezeigt.	-
1-4	Signalton ertönt nicht.	Tastenton steht auf	OFF	Tastenton steht auf OFF. → Schalten Sie die Funktion ein.	S.67
		Auswertungston steht auf	OFF	Auswertungston steht auf OFF. → Schalten Sie die Funktion ein.	S.57

Nr.	Problem	Bestätigen		Mögliche Ursachen → Lösung	Siehe
1-5	Anpassung der Signaltonlautstärke			Die Signaltonlautstärke kann bei diesem Instrument nicht angepasst werden.	-

### Probleme mit Messelementen

Nr.	Problem	Bestätigen		Mögliche Ursachen → Lösung	Siehe
2-1	Die Messwerte weichen von den erwarteten Werten ab.	Nullabgleich	ON	Nullabgleich ist nicht korrekt. → Führen Sie den Nullabgleich erneut durch, indem Sie die Form der Messfühlerverkabelung an die tatsächliche Messumgebung anpassen.	S.28
			OFF	Die Stoßwirkung auf die Form der Messfühlerverkabelung wurde nicht beseitigt. → Führen Sie den Nullabgleich erneut durch, indem Sie die Form der Messfühlerverkabelung an die tatsächliche Messumgebung anpassen.	S.28
2-2	Messwerte sind nicht stabil.	Die Form des Messfühlers	variiert je nach Mes-objekt.	Die Stoßwirkung auf die Form der Messfühlerverkabelung wurde nicht beseitigt. → Führen Sie den Nullabgleich erneut durch, indem Sie die Form der Messfühlerverkabelung an die tatsächliche Messumgebung anpassen.	S.28
			Die Schleife von SENSE-H und L ist groß.	Ein elektromagnetisches Feld beeinflusst die Messwerte. → Erhöhen Sie die von der SENSE-H- und SENSE-L-Verkabelung geformte Schleifenfläche.	S.A4
		Der Messfühler wurde	selbst hergestellt.	Der Messwert variiert je nach Messposition. → Führen Sie die Messung nach korrekter Anpassung der Fühlerpositionen durch. → Trennen Sie die Fühlerpositionen von SENSE und SOURCE, so weit dies möglich ist. → Verwenden Sie einen Fühler mit Punktspitze (Bei Verwendung von Fühlern mit kronenförmiger Spitze gibt es mehrere Kontaktpunkte, was die Wiederholbarkeit verschlechtert.)	S.A4
			beige-fügter Mess-fühler	Der Messwert variiert je nach Messposition. → Führen Sie die Messung nach korrekter Anpassung der Fühlerpositionen durch.	-
		Messobjekt	Temperatur ist nicht stabil.	Von der Temperatur abhängige Eigenschaften haben sich geändert. → Führen Sie die erneute Messung durch, wenn die Temperaturänderung minimal ist.	-
			Geringe Heizkapazität.	Durch den Messstrom erhitzt sich das Messobjekt. → Verringern Sie den Messstrombereich.	-
			Geringe Entladekapazität.	Die Entladung wird von DC-Laststrom verursacht. → Verringern Sie den Messstrombereich.	-
		Der Temperatursensor	ist nicht ganz eingesteckt.	Der Temperatursensor ist nicht ordnungsgemäß angeschlossen. → Stecken Sie den Temperatursensor ganz ein.	-

Nr.	Problem	Bestätigen	Mögliche Ursachen → Lösung	Siehe
2-3	Nullabgleich ist nicht möglich.	Messwerte vor dem Nullabgleich befinden sich außerhalb des zulässigen Bereichs.	Die Stoßwirkung auf die Form der Messfühlerverkabelung ist zu groß. → Verringern Sie die von Rückkabel und Messobjekt geformte Schleifenfläche. → Verringern Sie die von SENSE-H und SENSE-L geformte Schleifenfläche.	-
		Ein Messfehler wird angezeigt.	Es liegt ein Problem bei der Verkabelung vor. → Passen Sie das Instrument erneut mit korrekter Verkabelung an. Bei hohem Widerstand aufgrund selbst hergestellter Kabel kann kein Nullabgleich vorgenommen werden. Verringern Sie in solchen Fällen den Verkabelungswiderstand.	S.32

### Probleme mit EXT.I/O-Elementen

Nr.	Problem	Bestätigen	Mögliche Ursachen → Lösung	Siehe
3-1	Das Instrument funktioniert gar nicht.	Die Anzeige von IN und OUT bei dem EXT.I/O-Test des Instruments stimmt nicht mit der Steuerung überein.	Die Verkabelung o.ä. ist nicht korrekt. → Prüfen Sie EXT.I/O erneut. • Lose Verbindung zwischen Steckverbindern • Ist die Stiftnummer korrekt? • Verkabelung der ISO_COM-Anschlüsse • NPN/PNP-Einstellungen • Kontaktsteuerung (oder Open-Kollektor-Steuerung) (Keine Spannungssteuerung) • Stromversorgung an die Steuerung (Keine Stromversorgung durch Instrument erforderlich.)	S.82
3-2	TRIG wird nicht angewandt.	Die Auslösequelle ist ein interner Auslöser (INT).	Das TRIG-Signal kann bei internem Auslöser nicht verwendet werden. → Stellen Sie einen externen Auslöser ein.	S.39
		TRIG ist weniger als 0,1 ms lang eingeschaltet.	TRIG ist nur sehr kurz eingeschaltet. → Stellen Sie sicher, dass er 0,1 ms oder länger eingeschaltet ist.	-
		TRIG ist weniger als 1 ms lang eingeschaltet.	TRIG ist nur sehr kurz ausgeschaltet. → Stellen Sie sicher, dass er 1 ms oder länger ausgeschaltet ist.	-
3-3	Laden (LOAD) schlägt fehl.	Panel wurde nicht in der geladenen Panelzahl gespeichert.	Ein nicht gespeicherte Panel kann nicht geladen werden. → Ändern Sie das LOAD-Signal oder speichern Sie das Panel so, dass es dem LOAD-Signal entspricht.	S.84
3-4	EOM wird nicht ausgegeben.	Messwerte werden nicht aktualisiert.	Siehe F&A 3-2.	-
		EOM-Signallogik	Das EOM-Signal schaltet sich bei abgeschlossener Messung ein.	S.85
3-5	HI-, IN- und LO-Signale werden nicht ausgegeben.	Auswertungsergebnisse werden nicht auf dem Bildschirm des Instruments angezeigt.	Siehe F&A 1-3.	S.129

## Probleme mit Kommunikationselementen

Der Betrieb kann problemlos durch die Kommunikationsüberwachung geprüft werden (S.74).

Nr.	Problem	Bestätigen	Mögliche Ursachen → Lösung	Siehe
4-1	Es gibt keine Antwort.	Anzeige	<p><b>[RMT]</b> wird nicht angezeigt.</p> <p><b>[RMT]</b> wird angezeigt.</p>	S.97
4-2	Das Ergebnis wird als Fehler angezeigt.	Anzeige	<p>führt zu einem Befehlfehler.</p> <p>führt zu einem Ausführungsfehler.</p>	<p>Befehle stimmen nicht überein. → Prüfen Sie die Schreibung der Befehle (Leerzeichen ist x20H.) → Fügen Sie kein „?“ zu Befehlen ohne Abfrage hinzu. → Stellen Sie die Kommunikationsgeschwindigkeit des Instruments und des Steuerungsinstruments gleich ein.</p> <p>Geben Sie einen Pufferüberlauf ein (256 Bytes). → Warten Sie, bis die empfangene Zeichenkette verarbeitet wurde. Beispiel: Geben Sie eine Versuchsabfrage zum Senden mehrerer Befehlszeilen ein, etwa <b>*OPC?</b> Senden → „1“ Empfang.</p>
				–
				<p>Das Instrument befindet sich nicht im Ausführungsstatus, obwohl die Befehlszeichenkette korrekt ist. Beispiel: Schreibfehler im Datenteil <b>:SAMP:RATE SLOW2</b> → Prüfen Sie jede Befehls-Spezifikation.</p> <p>Geben Sie einen Pufferüberlauf ein (256 Bytes). → Warten Sie, bis die empfangene Zeichenkette verarbeitet wurde. Beispiel: Geben Sie eine Versuchsabfrage zum Senden mehrerer Befehlszeilen ein, etwa <b>*OPC?</b> Senden → „1“ Empfang.</p>
4-3	Es wird keine Antwort auf die Anfrage gesendet.	Auf dem Kommunikationsbildschirm	ist eine Antwort vorhanden.	Das Programm ist nicht korrekt. → Das Instrument sendet die Abfrage zurück. Prüfen Sie den Teil des Programms, der für den Empfang zuständig ist.

## Fehlermeldungen und Abhilfe

Wenn auf dem LCD-Bildschirm ein Fehler angezeigt wird, muss das Instrument repariert werden. Wenden Sie sich bitte an Ihren autorisierten Hioki-Händler oder Großhändler.

Anzeige	Fehlernummer	Ursache	Gegenmaßnahmen
OverRange	Keine	Der Messwert überschreitet den Impedanz-Messbereich.	Stellen Sie den korrekten Bereich ein.
+Over°C	Keine	Der Messwert überschreitet den Temperatur-Messbereich. Der Spannungsmessbereich liegt zwischen -10,0°C und 60,0°C.	Die Messtemperatur ist zu hoch und kann von diesem Instrument nicht gemessen werden.
-Under°C	Keine	Der Messwert unterschreitet den Temperatur-Messbereich. Der Spannungsmessbereich liegt zwischen -10,0°C und 60,0°C.	Die Messtemperatur ist zu niedrig und kann von diesem Instrument nicht gemessen werden.
--.°C	Keine	Der Temperatursensor ist nicht angeschlossen.	Schließen Sie den Temperatursensor an das Instrument an.
----	Keine	Es kann kein Messstrom zugeführt werden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prüfen Sie, ob der Messfühler sicher an das Messobjekt angeschlossen ist.</li> <li>Prüfen Sie, dass das Kabel nicht getrennt und/oder der Fühler nicht abgenutzt ist.</li> <li>Evtl. ist der Messbereich nicht zutreffend. Wählen Sie einen größeren Messbereich aus.</li> <li>Bei einem selbst hergestellten Messfühler kann es sein, dass ein Verkabelungswiderstand zu hoch ist. Erhöhen Sie den Kabeldurchmesser und verkürzen Sie die Kabellänge. Dadurch wird der Verkabelungswiderstand reduziert.</li> <li>Wenn der Messfühler über einen langen Draht verfügt, sollten Sie Messungen mit der Vier-Klemmen-Methode durchführen. Wenden Sie sich bezüglich der Vier-Klemmen-Konverter an Ihren Hioki Händler oder Großhändler.</li> <li>Prüfen Sie, dass das Messobjekt nicht geerdet ist.</li> </ul>
RETURN CABLE ERROR	Keine	Das Rückkabel ist nicht angeschlossen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schließen Sie das Rückkabel an. (Das Rückkabel verbindet Abschirmdrähte von SOURCE-H und SOURCE-L.)</li> <li>Prüfen Sie, ob die Kabelverbindung des Messfühlers korrekt ist.</li> <li>Wenn der Fehler auch bei korrekt angeschlossenem Rückkabel nicht verschwindet, kann dies auf eine Fehlfunktion des Instruments hinweisen. Schicken Sie es zur Reparatur ein.</li> </ul>
CONTACT ERROR H	Keine	Es besteht keine ordnungsgemäße Verbindung zwischen SOURCE-H und SENSE-H.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prüfen Sie, ob der Messfühler sicher an das Messobjekt angeschlossen ist.</li> <li>Prüfen Sie, dass das Kabel nicht getrennt und/oder der Fühler nicht abgenutzt ist.</li> </ul>

Anzeige	Fehlernummer	Ursache	Gegenmaßnahmen
CONTACT ERROR L	Keine	Es besteht keine ordnungsgemäße Verbindung zwischen SOURCE-H und SENSE-H.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prüfen Sie, ob der Messfühler sicher an das Messobjekt angeschlossen ist.</li> <li>Prüfen Sie, dass das Kabel nicht getrennt und/oder der Fühler nicht abgenutzt ist.</li> </ul>
OVER VOLTAGE	Keine	Die Spannung des Messobjekts überschreitet den messbaren Bereich. Der messbare Spannungsbereich liegt zwischen -5,10000 V und 5,10000 V.	Die Spannung des Messobjekts ist zu hoch und kann von diesem Instrument nicht gemessen werden.
OVER V LIMIT	Keine	Die Spannung des Messobjekts überschreitet die Spannungsbegrenzung. Es kann eine Überladung aufgrund von AC-Spannung vorliegen. Verringern Sie die Batteriespannung, um sie messen zu können. (Die Einstellungsmethode für die Spannungsbegrenzung entnehmen Sie bitte S.47).	Entladen Sie die Batterie bis zum Erreichen der Sicherheitsspannung und messen Sie sie dann.
DRIFT VOLTAGE	Keine	Die Spannung des Messobjekts schwankt während der Messung erheblich.	Das Instrument kann die Spannung nicht messen.
0ADJUST ERROR	ERR:01	Es wird kein ordnungsgemäßer Nullabgleich ausgeführt.	Führen Sie den Nullabgleich ordnungsgemäß aus, sodass die Nullabgleichsdaten den vollen Bereich abdecken. (S.28)
COMMAND ERROR	ERR:30	Der Befehl ist nicht korrekt.	Prüfen Sie, dass der Befehl korrekt ist.
EXECUTION ERROR	ERR:31	Der Parameterabschnitt des Befehls ist nicht korrekt.	Prüfen Sie die Parameter auf Richtigkeit.
OVERHEAT ERROR	ERR:60	Die interne Temperatur des Instruments steigt an.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prüfen Sie, ob der Netzschalter des Instruments ausgeschaltet ist.</li> <li>Stellen Sie sicher, dass die Lüftungsöffnungen nicht verstopft sind.</li> </ul>
SUM ERROR	ERR:90	Interne Daten sind beschädigt.	Es ist eine Fehlfunktion des Geräts aufgetreten. Schicken Sie es zur Reparatur ein.
CALIB ERROR	ERR:91	Anpassungsdaten sind beschädigt.	Es ist eine Fehlfunktion des Geräts aufgetreten. Schicken Sie es zur Reparatur ein.
ROM ERROR	ERR:92	ROM-Daten sind beschädigt.	Es ist eine Fehlfunktion des Geräts aufgetreten. Schicken Sie es zur Reparatur ein.
A/D ERROR	ERR:93	Der A/D-Wandler kann nicht kommunizieren.	Es ist eine Fehlfunktion des Geräts aufgetreten. Schicken Sie es zur Reparatur ein.
VREF ERROR	ERR:94	Die Spannungskalibrierung kann nicht ausgeführt werden.	Es ist eine Fehlfunktion des Geräts aufgetreten. Schicken Sie es zur Reparatur ein.
FAN STOP ERROR	ERR:95	Die Lüftung funktioniert nicht.	Es ist eine Fehlfunktion des Geräts aufgetreten. Schicken Sie es zur Reparatur ein.
OVER CURRENT ERROR	ERR:96	Der interne Stromkreis ist unterbrochen.	Es ist eine Fehlfunktion des Geräts aufgetreten. Schicken Sie es zur Reparatur ein.
VREF B ERROR	ERR:97	Die im Instrument eingebaute Batterie muss ausgetauscht werden.	Wenden Sie sich bitte an Ihren autorisierten Hioki-Händler oder Großhändler.

## 11.2 Inspektion, Reparatur und Reinigung

### ⚠️ WARNUNG



**Das Berühren der Hochspannungspunkte im Instrumentinneren ist äußerst gefährlich. Es ist Kunden nicht gestattet, das Instrument zu modifizieren, zu zerlegen oder zu reparieren. Ein Zuwiderhandeln kann Feuer, elektrische Schläge oder Verletzungen verursachen.**

#### Kalibrieren

Die Kalibrierungsdauer variiert je nach Betriebsbedingungen und der Betriebsumgebung. Es wird empfohlen, einen Kalibrierungszeitraum basierend auf diesen Faktoren zu bestimmen und das Gerät regelmäßig von Hioki kalibrieren zu lassen. Wenden Sie sich bitte an Ihren Hioki-Händler, um Ihr Instrument regelmäßig kalibrieren zu lassen.

#### Austauschbare Teile und ihre Betriebsdauer

Die Eigenschaften einiger im Produkt verwendeter Teile können sich bei längerem Gebrauch verschlechtern. Um sicherzustellen, dass das Produkt über einen langen Zeitraum verwendet werden kann, wird empfohlen, diese Teile in regelmäßigen Abständen auszutauschen.

Zum Austauschen von Teilen wenden Sie sich an einen autorisierten Hioki Händler oder Großhändler. Die Betriebsdauer der Teile variiert je nach Betriebsumgebung und Häufigkeit der Verwendung. Es kann nicht garantiert werden, dass die Teile während des gesamten empfohlenen Austauschzyklus funktionieren.

Teilbezeichnung	Empfohlener Austauschzyklus	Anmerkungen/Bedingungen
Elektrolytkondensatoren	Ca. 3 Jahre	Die Platine, auf die das betroffene Teil montiert ist, wird ausgetauscht werden.
LCD-Hintergrundbeleuchtung (Halbwertszeit der Helligkeit)	Ca. 6 Jahre	Bei Verwendung der Hintergrundbeleuchtung 365 Tage im Jahr, 24 Stunden pro Tag.
Lüftermotor	Ca. 7 Jahre	Bei Verwendung der Hintergrundbeleuchtung 365 Tage im Jahr, 24 Stunden pro Tag.
Lithiumbatterie	Ca. 10 Jahre	

#### Vorsichtsmaßnahmen beim Transport des Instruments

Verpacken Sie das Instrument so, dass es auf dem Versandweg nicht beschädigt wird, und fügen Sie eine Beschreibung des vorhandenen Schadens bei. Wir übernehmen keine Verantwortung für während des Transports entstandene Schäden.

#### Reinigung

- Um das Instrument zu reinigen, vorsichtig mit einem weichen Tuch und Wasser oder einem milden Reinigungsmittel abwischen.
- LCD-Anzeige vorsichtig mit einem weichen trockenen Tuch abwischen.
- Reinigen Sie die Belüftung regelmäßig, um eine Blockierung zu vermeiden. Durch verstopfte Lüftungsöffnungen wird die interne Kühlung des Instruments verhindert, was zu Schaden am Instrument führen kann.

#### WICHTIG

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

## 11.3 Entpacken des Instruments

Für das Instrument wird eine CR2032 münzförmige Lithiumbatterie verwendet. Instrument gemäß den lokal gültigen Vorschriften handhaben und entsorgen.

### Entsorgen der Lithium-Batterie

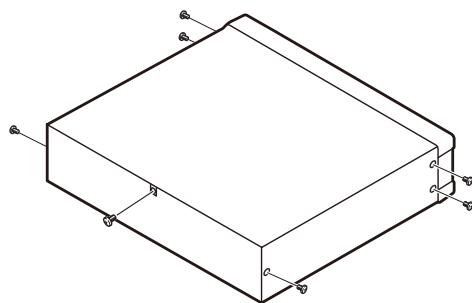
#### ⚠️ **WARNUNG**



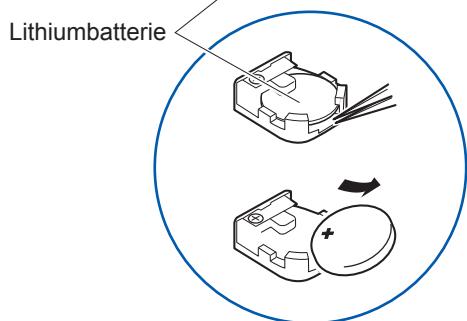
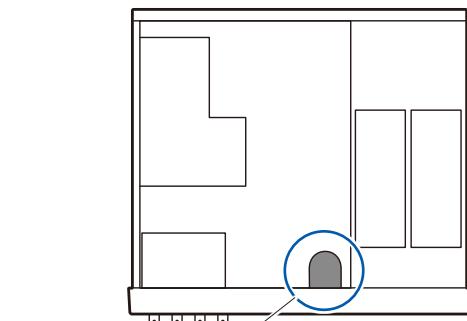
Um Stromschläge zu vermeiden, schalten Sie vor dem Austauschen der Lithiumbatterie den Netzschatzer aus und trennen Sie das Netzteil und die Messkabel.

#### Benötigte Werkzeuge

- Ein Kreuzschlitzschraubendreher (Nr. 1)
- Eine Pinzette (zum Entfernen der Lithiumbatterie)



(Vogelperspektive)



**1** Überprüfen Sie, dass der Strom ausgeschaltet ist, und entfernen Sie die Anschlusskabel und das Netzkabel.

**2** Entfernen Sie die sechs Schrauben an den Seiten und eine Schraube auf der Rückseite.

**3** Entfernen Sie die Abdeckung.

**4** Gehen Sie mit einer Pinzette zwischen die Batteriehalterung und die Batterie (siehe Abb.) und ziehen Sie die Batterie nach oben hin heraus.

#### WICHTIG

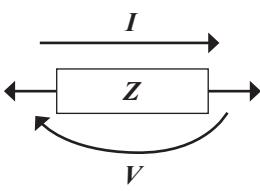
Achten Sie darauf, + und - nicht kurzzuschließen. Dies könnte zu Funkenbildung führen.

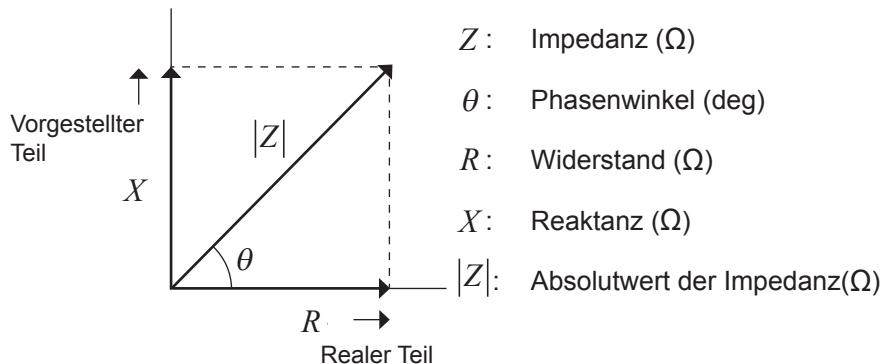
# Anhang

## Anhang. 1 Messparameter und Berechnungsformeln

Im Allgemeinen wird der Impedanzwert  $Z$  verwendet, um die Eigenschaften, beispielsweise von Stromkreiskomponenten, zu beurteilen.

Dieses Instrument misst die Spannungsvektoren eines Messobjekts und gleicht sie mit den Stromvektoren der Messung ab. Aus diesen Werten werden dann die Impedanz  $Z$  und der Phasenunterschied  $\theta$  ermittelt. Aus den Werten für Impedanz  $Z$  und Phasenunterschied  $\theta$  können die Werte für Widerstand und Reaktanz unter Verwendung der folgenden Formel errechnet werden. Diese Werte werden im unten stehenden Diagramm, der Gaußschen Zahlenebene, dargestellt.


$$Z = R + jX$$
$$\theta = \tan^{-1} \frac{X}{R}$$
$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$$



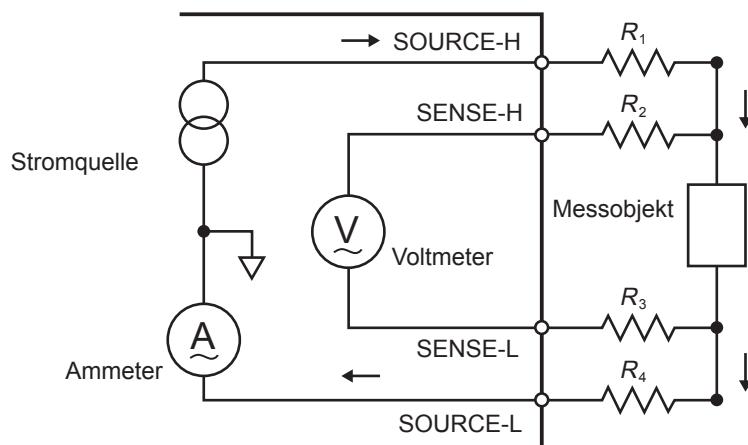
## Anhang. 2 Vierpolige Paarmethode

Dieses Instrument verwendet die vierpolige Paarmethode als Messmethode.

Im Gegensatz zur vierpoligen Wechselstrommethode, bei der der Kontaktwiderstand die Messung nicht beeinflusst, führt die vierpolige Paarmethode zu genaueren Messergebnissen, da das durch den Messstrom verursachte Magnetfeld die Messung nicht beeinflusst.

Die Grundmechanismen der vierpoligen Wechselstrommethode und der vierpoligen Paarmethode werden im Folgenden beschrieben.

### Vierpolige Wechselstrommethode

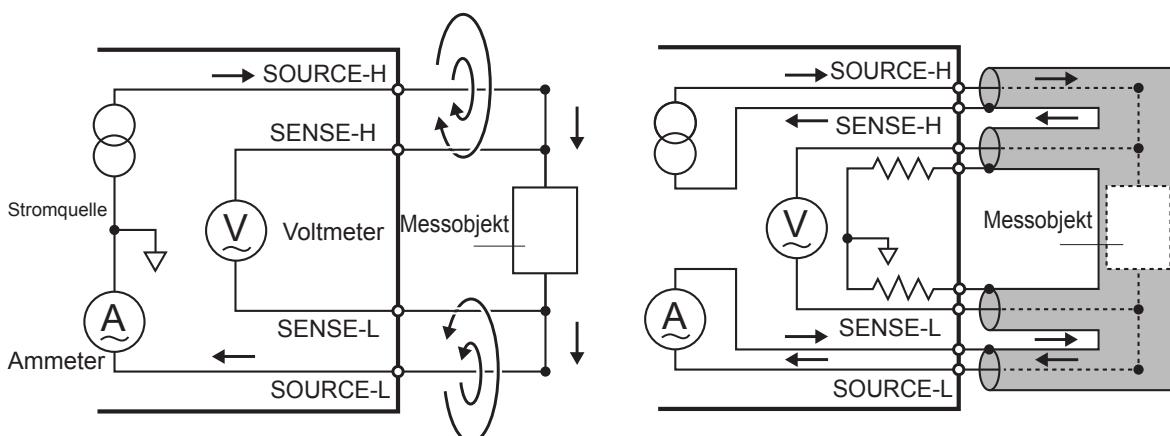


$R_1$  bis  $R_4$ : Widerstände von Messfühlern und Kontaktwiderstände von Kontaktstücken

Diese Messmethode wird durch den Leitungswiderstand der Messfühler und den Kontaktwiderstand zwischen Messfühler und Messobjekt nicht beeinflusst und eignet sich zur Messung niedriger Widerstände. Bei dieser Methode wird der zwischen den SOURCE-Anschlüssen gemessene Strom verwendet, um die Spannung des Objekts an den SENSE-Anschlüssen zu ermitteln.

Der durch das Voltmeter laufende Strom ist aufgrund der hohen Impedanz des Voltmeters für die Messung unerheblich. Die im Messobjekt tatsächlich erzeugte Spannung kann also gemessen werden, selbst wenn in den Bereichen von  $R_2$  und  $R_3$  Leitungs- und Kontaktwiderstand auftritt. Die durch ihn bedingten Spannungsabfälle sind für die Messung unerheblich.

### Vierpolige Paarmethode



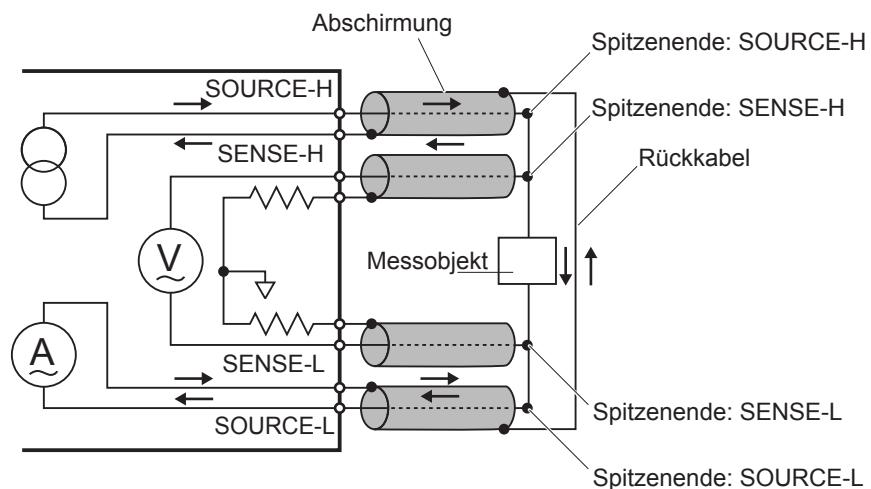
Die vierpolige Wechselstrommethode eignet sich zur Messung niedriger Widerstände, da Leitungs- und Kontaktwiderstand die Messung beeinflussen. Das Magnetfeld des Messstroms erzeugt eine induzierte elektromotorische Kraft, durch die die SENSE-Anschlüsse beeinflusst werden.

Bei der vierpoligen Paarmethode fließt der Strom in derselben Stärke wie der Messstrom in die Abschirmdrähte der SOURCE-Kabel zurück und hebt das Magnetfeld des Messstroms dann auf. Die an den SENSE-Anschlüssen induzierte elektromotorische Kraft wird durch diese Methode unterbunden und die im Messobjekt tatsächlich erzeugte Spannung bestimmt.

### Vierpolige Paarmethode bei Verwendung des optionalen Messfühlers

Bei Verwendung der optionalen Messfühler L2002 oder L2003 des Instruments wird die vierpolige Paarmethode mit dem unten beschriebenen Aufbau verwendet.

Messstrom und Rückstrom müssen nahe beieinander fließen. Dieser Aufbau ermöglicht es, die Rückkabel nahe des Messobjekts anzubringen. Die Form des Rückkabels beeinflusst das Magnetfeld und darf deshalb nicht geändert werden.



## Anhang. 3 Vorsichtsmaßnahmen bei der Herstellung eines eigenen Messfühlers

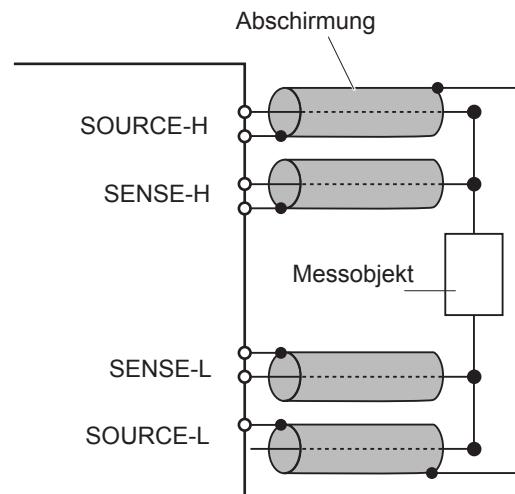
Beachten Sie bei der Herstellung eines eigenen Messfühlers die folgenden Hinweise.

- Die Abschirmdrähte von SOURCE-H und SOURCE-L müssen miteinander verbunden sein. Sind sie es nicht, kann die Impedanz nicht gemessen werden.
- Wenn der Messfühler mit dem Messobjekt verbunden ist, platzieren Sie SOURCE-H und SOURCE-L auf der Außenseite, SENSE-H und SENSE-L auf der Innenseite in Bezug auf das Messobjekt. Bei abweichender Verbindung der Fühler erhalten Sie gegebenenfalls keine korrekten Messwerte.
- Es wird empfohlen, bei der Herstellung eines eigenen Messfühlers ein Koaxialkabel zu verwenden.

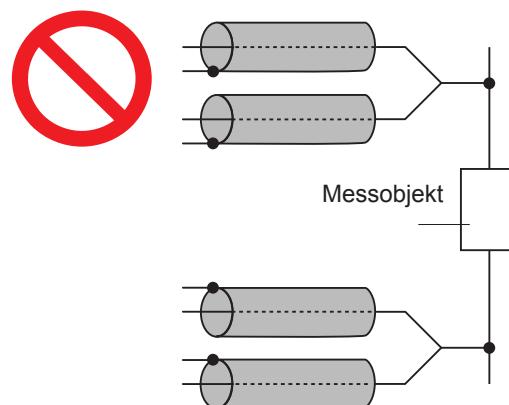
<Spezifikationen zu empfohlenen Koaxialkabeln>

- Leiterwiderstand: 150 mΩ/m oder weniger
- Kapazität: 150 pF/m oder weniger

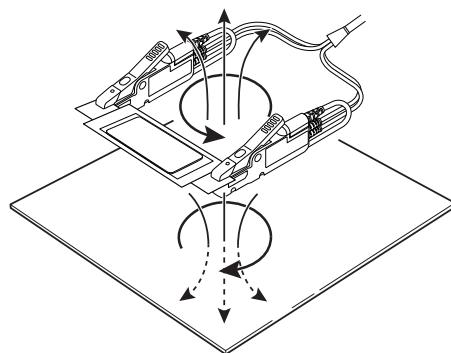
(Beispiel: RG58A/U etc.)



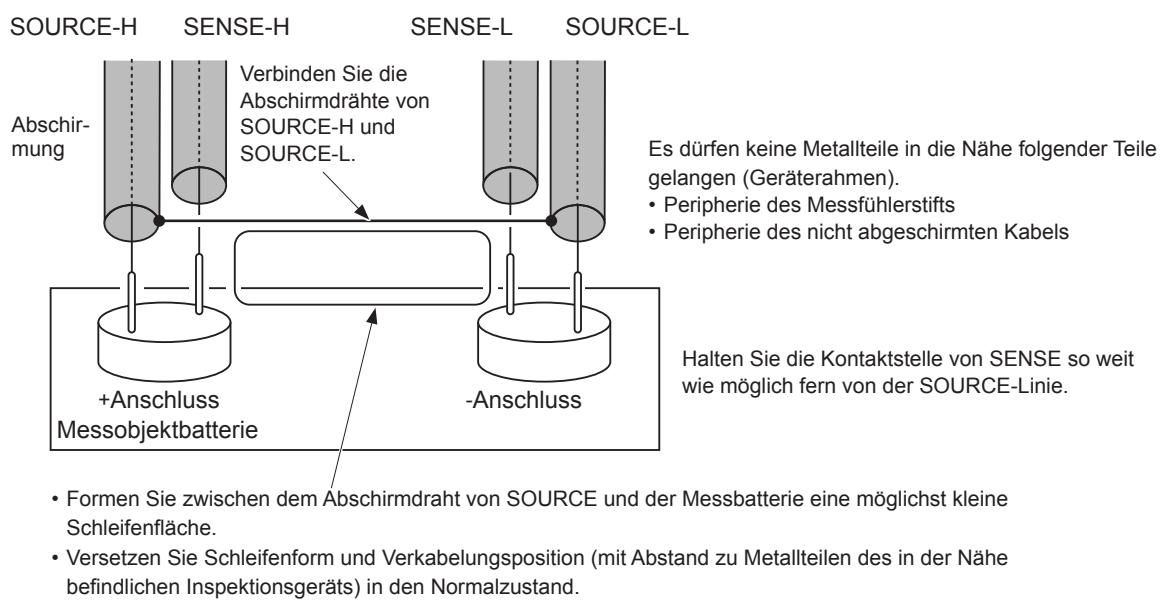
- Schließen Sie die Kabel nicht so an als würden Sie das Messobjekt mit einer Verbindung mit zwei Anschlüssen messen. In diesem Fall erhalten Sie keine korrekten Messwerte.



- Die Messfühler dürfen nicht in der Nähe eines Metallgehäuses platziert werden. Achten Sie besonders darauf, alle Teile bis auf den Aufbau der vierpoligen Paarmethode von Metallgehäusen fernzuhalten. In einem Metallgehäuse erzeugte Wirbelströme können zu einem fehlerhaften Messwert führen. Einzelheiten finden Sie unter „Einfluss von Wirbelströmen“ (S. A8).



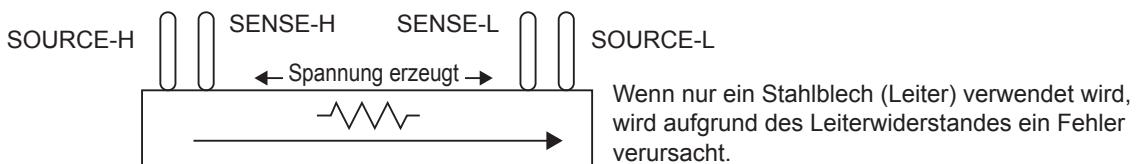
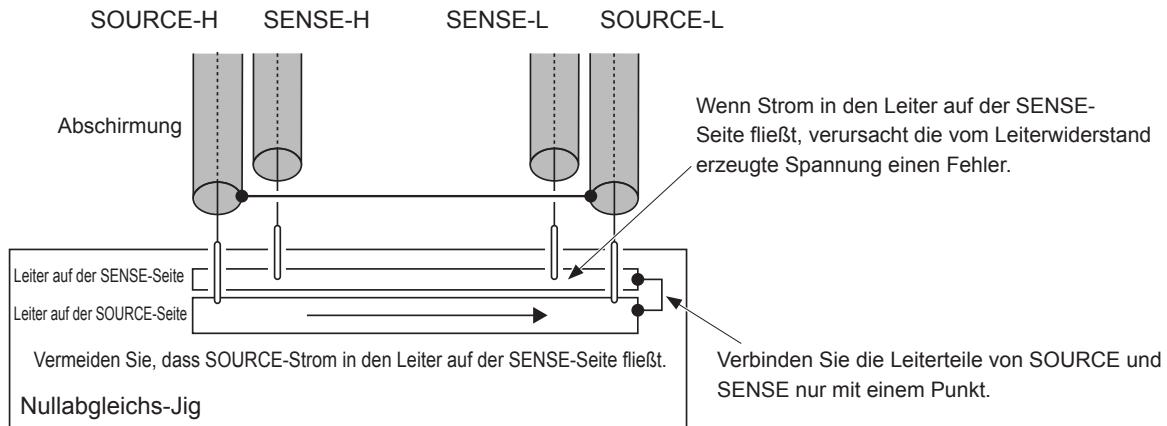
- Beachten Sie hinsichtlich Form und Position des Messfühlers die in unten stehender Abbildung gegebenen Hinweise.  
Wirbelströme von nahe gelegenen Metallgehäusen oder exogene induktive Störungen können zu einem fehlerhaften oder stark abweichenden Messwert führen und die Wiederholgenauigkeit verschlechtern. (Zur Minderung dieser Effekte können folgende Maßnahmen ergriffen werden.)



- Die Verkabelung sollte die Mindestlänge nicht überschreiten. (d.h. kürzer als 4 m sein). Eine längere Verkabelung ist stärker von exogenen induktiven Störungen betroffen. Die Werte von Rückleitungs- und Kontaktwiderstand müssen unterhalb der jeweils zugelassenen Grenzwerte liegen.
- Führen Sie vor der Messung den Nullabgleich durch. Verwenden Sie für den Nullabgleich das Lineal für Nullabgleich, das dem Anschlussabstand entspricht.
- Es darf keine Metallplatte (Kurzstange) als Nullabgleichs-Jig verwendet werden. Bei Verwendung einer Metallplatte kann kein korrekter Nullabgleich vorgenommen werden und der erhaltene Messwert ist fehlerhaft. Einzelheiten finden Sie unter „Nullabgleich“ (S. A8).

Stellen Sie folgende Werte so ein wie bei einer Messung.

- Schleifenbereich
- Schleifenform
- Fühlerabstand
- Verkabelungsposition (Abstand zu dem umliegenden Metallstück eines Geräts)



#### WICHTIG

- Wenn Sie den Messfänger selbst herstellen, müssen Sie darauf achten, keinen der Signaldrähte kurzschließen und auch keinen Kurzschluss zwischen Kerndraht und Abschirmdraht zu verursachen.
- Schließen Sie zur Verhinderung eines Kurzschlusses den Fühleranschluss an das Instrument an und verbinden Sie dann die Batterie.

## Anhang. 4 Aufbau und Verlängerung von Messfühlern

Wir bieten Messfängerverlängerungen im Rahmen eines Sonderauftrags an. Wenden Sie sich hierfür an den Händler (das Geschäft), bei dem Sie das Instrument erworben haben oder an die nächstgelegene Hioki Vertriebsstelle.

Beachten Sie bei der Herstellung einer eigenen Messfängerverlängerung die folgenden Hinweise.

- Verwenden Sie einen dickeren Zuleitungsdrähten in Mindestlänge, den Sie als Verlängerung vorbereiten und einführen.
- Verlängern Sie den Messfänger mit dem unveränderten Aufbau der vierpoligen Paarmethode. Wenn Sie einen zweipoligen Aufbau verwenden, könnte der Messwert durch Verkabelungswiderstand, Kontakt und Induktionsspannung beeinflusst werden. Wenn Sie einen vierpoligen Aufbau verwenden, könnte der Messwert durch die Induktionsspannung beeinflusst werden.
- Verwenden Sie für Teile außerhalb des Aufbaus der vierpoligen Paarmethode eine möglichst kurze Länge.
- Bereiten Sie Formen vor, die sich bei Nullabgleich und Messung möglichst ähnlich sind.
- Bei einem verlängerten Messfänger kommt es zu größeren Spannungsabfällen im Zuleitungsdrähten. Widerstand im Zuleitungsdrähten und Kontaktwiderstand müssen innerhalb des zulässigen Bereichs liegen.
- Halten Sie den Messfänger von Metallteilen fern. Wenn der Messfänger in der Nähe eines Metallkörpers platziert wird, kann die Messung durch Wirbelströme beeinflusst und fehlgeleitet werden.
- Prüfen Sie nach Verlängerung des Messfängers den Betrieb und folgende weitere Punkte:
  1. Bei Messung des Lineals für Nullabgleich ergibt sich eine Nullpunktgenauigkeit.
  2. Bei Messung des Meisterstücks (fehlerfreies Musterprodukt) und Abgleich mit dem Managementwert ergibt sich eine ordnungsgemäße Messung.

### Methode zur Reduzierung der Induktionsspannung

Das Instrument ist aufgrund der Messung eines Mikrowiderstandes, bei der Wechselstrom verwendet wird, dem Einfluss einer Induktionsspannung ausgesetzt. Diese Induktionsspannung wird durch die magnetische Induktion des Messstroms erzeugt, wenn er durch den Zuleitungsdräht fließt. Hierbei kann das Signalsystem der Messung beeinflusst werden. Zwischen Induktionsspannung und Wechselstrom (Referenzsignal) besteht ein Phasenunterschied von  $90^\circ$ , der theoretisch im synchron verlaufenden Erkennungsstromkreis aufgehoben werden kann. Bei sehr hoher Induktionsspannung wird das Signal gestört, sodass die Induktionsspannung nicht im synchron verlaufenden Erkennungsstromkreis aufgehoben werden kann.

Zur Reduzierung der Induktionsspannung sollte der Messfühler so kurz wie möglich sein. Dazu kann der Teil ohne den Aufbau der vierpoligen Paarmethode gekürzt werden.

## Anhang. 5 Messwert bei der vierpoligen Messung (Anderer Messwert durch Messfühler)

Bei einigen Messobjekten kann es, je nach verwendeten Messfühlern, zu unterschiedlichen Messwerten kommen.

Diese Unterschiede im Messwert werden durch Spitzenform und Maße der verwendeten vierpoligen Messfühler verursacht. Dementsprechend ist jeder der unterschiedlichen Messwerte dann korrekt, wenn der passende Messfühler verwendet wird.

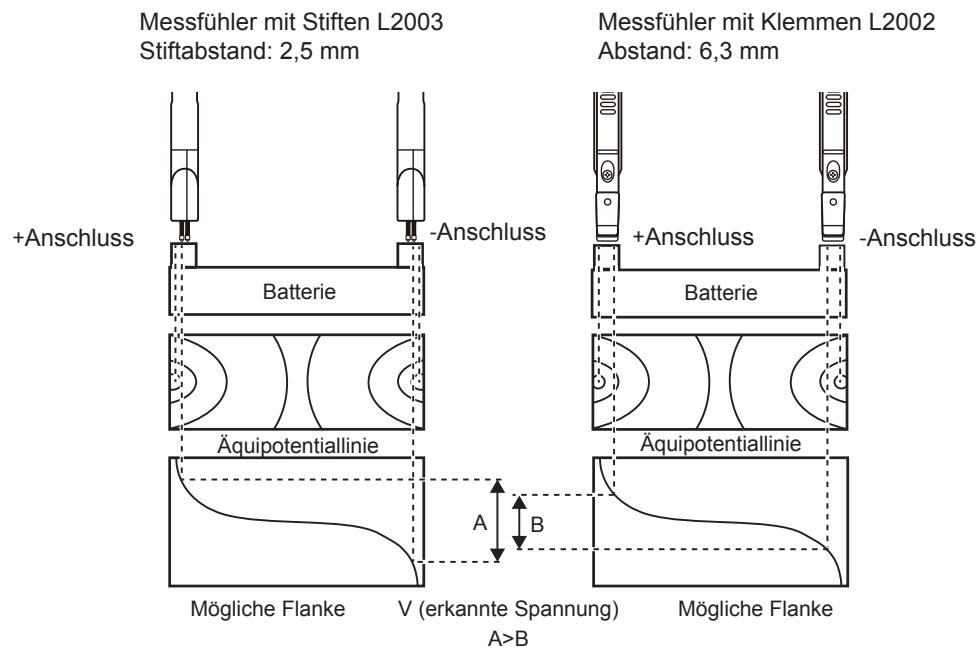
Zum Vergleich der Messwerte untereinander muss jeweils derselbe Messfühler verwendet werden.

### Erläuterung

Die Unterschiede zwischen den Messwerten hängen von den unterschiedlichen Abständen (Maßen) zwischen den Polen, zu denen Strom geführt wird und den Polen, an denen die Spannung der Messfühler gemessen wird, ab.

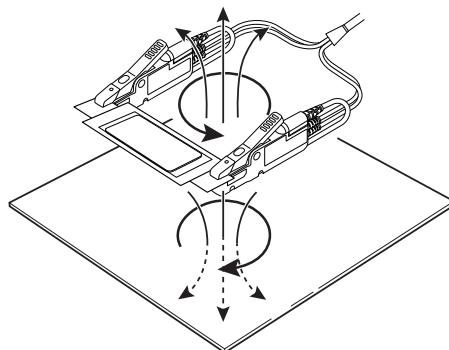
Der Unterschied zwischen den Messwerten erhöht sich mit steigendem Widerstand der Batterieanschlüsse im Vergleich zum internen Batteriewiderstand.

Unten stehende Abbildung zeigt als Beispiel den Unterschied zwischen den erkannten Spannungen, die durch die verschiedenen Abstände der Messfühlerstifte bei Messung einer Hochleistungsbatterie verursacht werden.



## Anhang. 6 Einfluss von Wirbelströmen

Die Nähe zu Metallkörpern verursacht bei einer Messung die Entstehung von Wirbelströmen, da durch den Messstrom des Instruments ein dynamisches Magnetfeld erzeugt wird. Dieser Wirbelstrom erzeugt eine Induktionsspannung mit einem zum Messstrom im Messfühler gegensätzlichen Phaseneffekt. Die erzeugte Induktionsspannung kann nicht aufgehoben werden, auch nicht im synchron verlaufenden Erkennungsstromkreis. Daher kann sie Messfehler verursachen. Bei Verwendung eines Messinstruments, das AC-Signale nutzt, muss also der Einfluss von Wirbelströmen bedacht werden. Zur Vermeidung von Wirbelströmen darf ein Messfühler ohne Aufbau der vierpoligen Paarmethode nicht in die Nähe eines Metallkörpers gelangen.



## Anhang. 7 Nullabgleich

Der Nullabgleich ist eine Funktion, durch die bei der Messung eines Widerstands von  $0 \Omega$  der verbleibende Wert kompensiert und im Anschluss der Nullpunkt angepasst wird. Deshalb muss der Nullabgleich bei Anschluss eines Widerstands von  $0 \Omega$  ausgeführt werden. Es ist jedoch schwierig und wenig praktikabel, eine Stichprobe mit dem Widerstandswert  $0 \Omega$  anzuschließen.

Daher wird der Nullabgleich eigentlich ausgeführt, um Bedingungen zu schaffen, bei denen ein Pseudo-Widerstand von  $0 \Omega$  angeschlossen ist und so den Nullpunkt anzupassen.

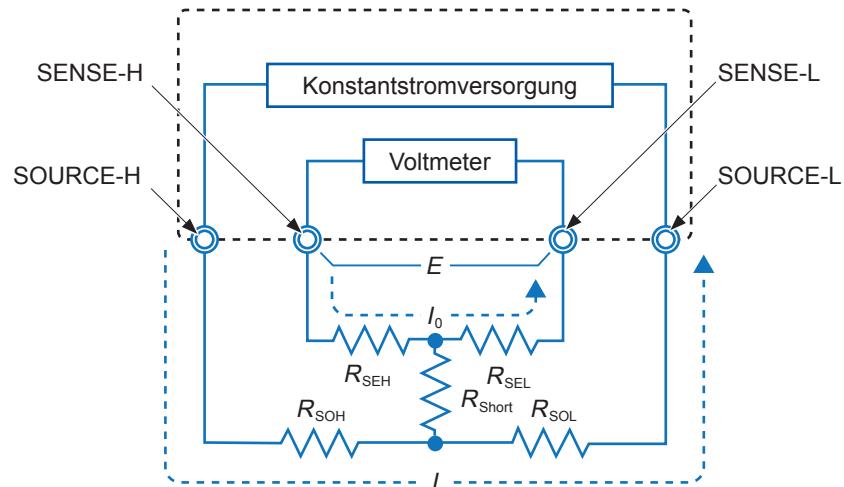
### Bedingungen schaffen, bei denen ein Pseudo-Widerstand von $0 \Omega$ angeschlossen ist:

Bei Anschluss des idealen Widerstands von  $0 \Omega$  gilt, ausgehend von dem Vergleichsausdruck im Ohmschen Gesetz:  $E=I \times R$ ; die Spannung zwischen SENSE-H und SENSE-L beträgt  $0 \text{ V}$ . Das bedeutet: Wenn die Spannung zwischen SENSE-H und SENSE-L auf  $0 \text{ V}$  gesteuert wird, können dieselben Bedingungen geschaffen werden, wie wenn ein Widerstand von  $0 \Omega$  angeschlossen ist.

### Beim Ausführen des Nullabgleichs mit diesem Instrument:

Dieses Instrument nutzt die Messfehlererkennungs-Funktion, um die Abstände der vier Messklemmen zu überwachen. Daher muss der Nullabgleich ordnungsgemäß an jeden Abstand zwischen den Messklemmen angeschlossen sein. (Abbildung. Bedingungen, bei denen ein Pseudo-Widerstand von  $0 \Omega$  angeschlossen ist.) Schließen Sie zuerst SENSE-H und SENSE-L miteinander kurz, um die Spannung zwischen SENSE-H und SENSE-L auf  $0 \text{ V}$  einzustellen. Wenn der Verkabelungswiderstand des verwendeten Kabels  $R_{\text{SEH}}+R_{\text{SEL}}$  weniger beträgt als mehrere  $\Omega$ , kann er ignoriert werden. Die Erklärung hierzu lautet wie folgt. Die SENSE-Anschlüsse sind die Spannungsmessanschlüsse, daher kann der Strom  $I_0$  ignoriert werden. Im Vergleichsausdruck gilt:  $E=I_0 \times (R_{\text{SEH}}+R_{\text{SEL}})$ ,  $I_0 \approx 0$ . Wenn der Verkabelungswiderstand  $R_{\text{SEH}}+R_{\text{SEL}}$  mehrere  $\Omega$  beträgt, liegt die Spannung zwischen SENSE-H und SENSE-L fast bei  $0$ .

Stellen Sie als nächstes eine Verbindung zwischen SOURCE-H und SOURCE-L her. Dadurch wird eine Fehleranzeige vermieden, wenn der Messstrom nicht fließen kann. Der Verkabelungswiderstand der verwendeten Kabel  $R_{\text{SOH}}+R_{\text{SOL}}$  muss unterhalb des Widerstandwertes liegen, bei dem der Messstrom fließen kann. Wenn Sie darüber hinaus auch die Verbindung zwischen SENSE und SOURCE überwachen, müssen Sie auch eine Verbindung zwischen SENSE und SOURCE herstellen. Wenn der Verkabelungswiderstand der verwendeten Kabel  $R_{\text{short}}$  in etwa bei mehreren  $\Omega$  liegt, ist das Kabel zulässig. Die obige Verkabelung führt dazu, dass der Messstrom  $I$ , der aus SOURCE-H herausfließt, in SOURCE-L hineinfließt. Dadurch wird verhindert, dass der Strom, der aus SOURCE-H herausfließt, in die Verkabelung von SENSE-H und SENSE-L fließt. Die Spannung zwischen SENSE-H und SENSE-L kann auf diese Weise auf exakt  $0 \text{ V}$  gehalten werden, sodass ein Nullabgleich möglich ist.



$$\begin{aligned}
 E &= (I_0 \times R_{SEL}) + (I_0 \times R_{SEH}) \\
 &= (0 \times R_{SEL}) + (0 \times R_{SEH}) \\
 &= 0 \text{ [V]}
 \end{aligned}$$

Abbildung. Bedingungen, bei denen ein Pseudowert von  $0 \Omega$  angeschlossen ist

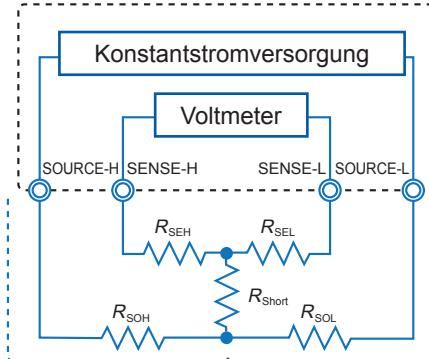
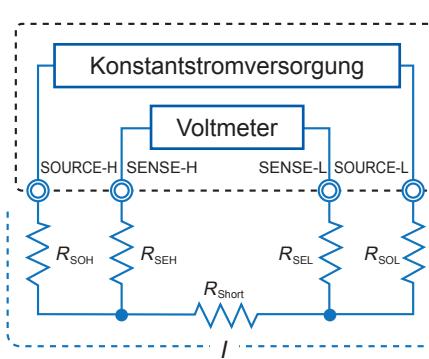
### Korrekte Ausführung des Nullabgleichs:

„Tabelle. Verbindungsmethode“ zeigt korrekte und inkorrekte Verbindungsmethoden. Die in der Abbildung gezeigten Widerstände stellen Verkabelungswiderstände dar, die dann ignoriert werden, wenn sie jeweils weniger als mehrere  $\Omega$  betragen.

Wie in (a) dargestellt, besteht bei einer Verbindung jeweils zwischen SENSE-H und SENSE-L, SOURCE-H und SOURCE-L und SENSE und SOURCE über einen Pfad kein Spannungspotentialunterschied, der zwischen SENSE-H und SENSE-L erzeugt würde, d.h. die Spannung beträgt 0 V. Durch diese Verbindungsmethode wird der Nullabgleich ausgeführt.

Jedoch besteht, wie in (b) dargestellt, bei einer Verbindung jeweils zwischen SENSE-H und SOURCE-H, SENSE-L und SOURCE-L und den Hi- und Lo-Seiten über einen Pfad ein Spannungspotentialunterschied von  $I \times R_{Short}$  zwischen SENSE-H und SENSE-L. Auf diese Weise können mit der Verbindungsmethode keine Bedingungen geschaffen werden, bei denen ein Pseudo-Widerstand von  $0 \Omega$  angeschlossen ist. Deshalb kann hier kein korrekter Nullabgleich erfolgen.

Tabelle. Verbindungsweise

	 <p>(a) Herstellen einer Verbindung zwischen SENSE und SOURCE jeweils über einen Punkt</p>	 <p>(b) Herstellen einer Verbindung jeweils zwischen den Hi- und Lo-Seiten.</p>
Widerstand zwischen SENSE-H und SENSE-L	$R_{SEH} + R_{SEL}$	$R_{SEH} + R_{Short} + R_{SEL}$
Pfad, durch den der Messstrom $I$ fließt	$R_{SOH} \rightarrow R_{SOL}$	$R_{SOH} \rightarrow R_{Short} \rightarrow R_{SOL}$
Zwischen SENSE-H und SENSE-L erzeugte Spannung	0	$I \times R_{Short}$
Als Verbindungsweise beim Ausführen des Nullabgleichs	Richtig	Falsch

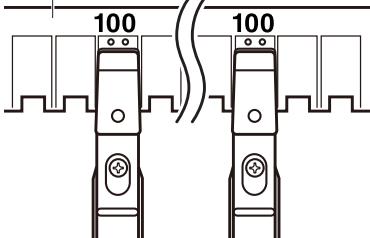
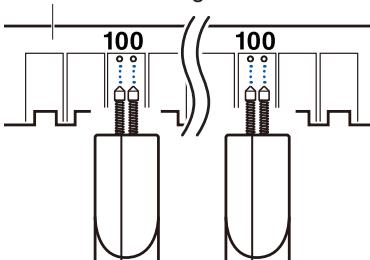
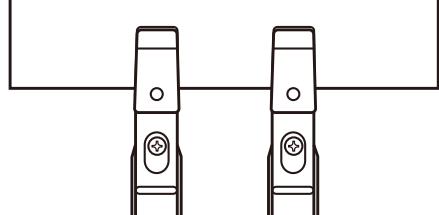
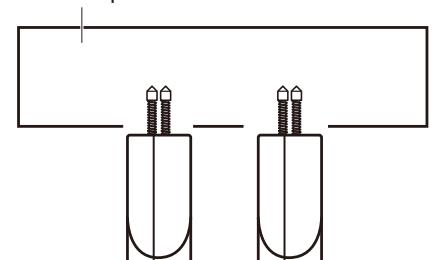
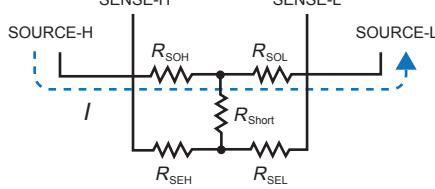
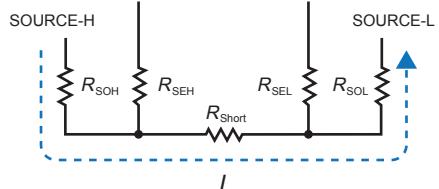
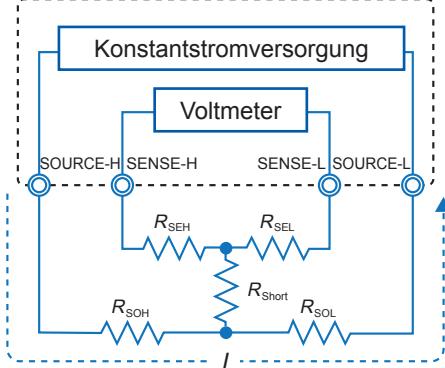
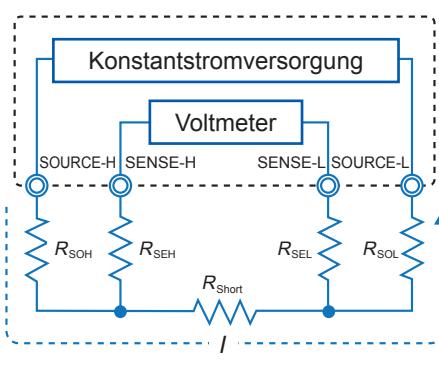
### Bei Ausführung des Nullabgleichs unter Verwendung des Lineals für Nullabgleich als Zubehör:

Bei Ausführung des Nullabgleichs darf keine Metallplatte als Ersatz für das beigefügte Lineal für Nullabgleich verwendet werden. Das Lineal für Nullabgleich ist so konstruiert, dass es zwischen den SENSE- und SOURCE-Anschlüssen eine Verbindung über einen Punkt herstellen kann. Bei Ausführung des Nullabgleichs mit dem optionalen Zubehör L2002 Messfühler mit Klemmen und L2003 Messfühler mit Stiften wird das Lineal für Nullabgleich verwendet.

In der Tabelle sind die jeweiligen Stromkreise bei Verbindung mit dem Lineal für Nullabgleich und bei Verbindung mit einer Metallplatte dargestellt. Verbindungsmethode bei Ausführung des Nullabgleichs.

Bei Verwendung des Lineals für Nullabgleich entspricht die Verbindung der in Tabelle (a) dargestellten Verbindungsmethode. Die Spannung zwischen SENSE-H und SENSE-L beträgt also 0 V. Wenn jedoch Metall verwendet wird, entspricht die Verbindung der in Tabelle (b) dargestellten Verbindungsmethode. Die Spannung zwischen SENSE-H und SENSE-L beträgt hier also nicht 0 V.

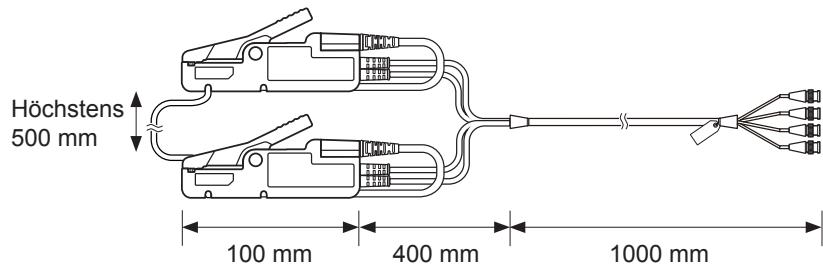
Tabelle. Verbindungsmethode

	(a)	(b)
Verbindungs-methode	<p><b>L2002</b> Lineal für Nullabgleich</p>  <p><b>L2003</b> Lineal für Nullabgleich</p> 	<p><b>L2002</b> Metallplatten</p>  <p><b>L2003</b> Metallplatten</p> 
Ersatzstromkreis		
Detaillierter Ersatzstromkreis		
Als Verbindungs-methode beim Ausführen des Nullabgleichs	Richtig	Falsch

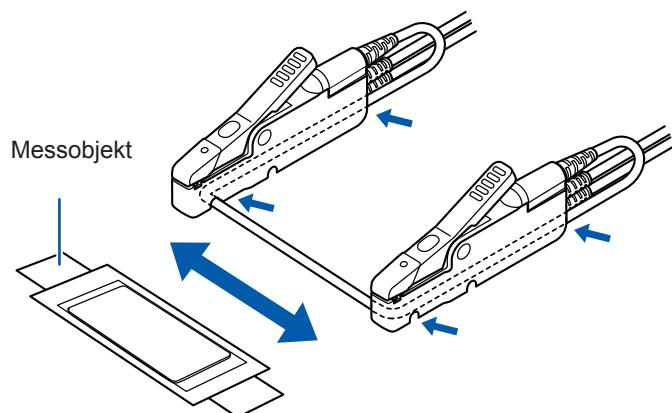
## Anhang. 8 Messfühler (Option)

### L2002 Messfühler mit Klemmen

Gesamtlänge: Ca. 1500 mm

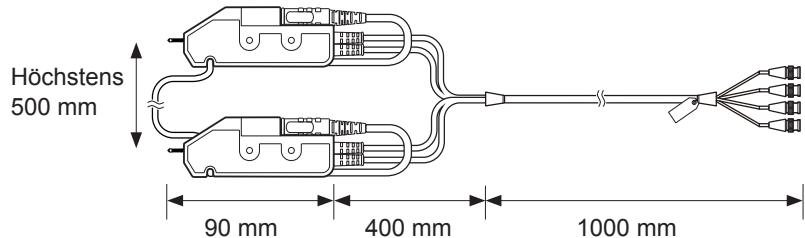


1. Platzieren Sie die Messfühler so, dass der Abstand zwischen den SENSE-Anschlüssen der Messfühler demjenigen des Messobjekts entspricht, wobei die SENSE-Anschlüsse der Messfühler (rot und schwarz) jeweils nach innen zeigen.
2. Passen Sie die Position der Messfühler so an, dass das Rückkabel zwischen den Messfühlern nicht durchhängt und fixieren Sie das Rückkabel, indem Sie es in die Messfühlerrollen drücken.

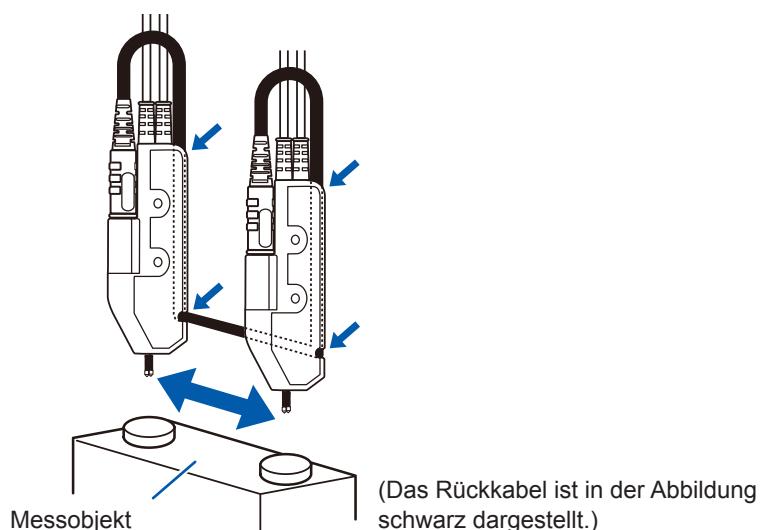


### L2003 Messfühler mit Stiften

Gesamtlänge: Ca. 1490 mm



1. Platzieren Sie die Messfühler so, dass der Abstand zwischen den Stiftspitzen der Messfühler dem Abstand zwischen den Anschlüssen des Messobjekts entspricht, wobei die SENSE-Seiten der Messfühler (rot und schwarz) jeweils nach innen zeigen.
2. Passen Sie die Position der Messfühler so an, dass das Rückkabel zwischen den Messfühlern nicht durchhängt und fixieren Sie das Rückkabel, indem Sie es in die Messfühlerrollen drücken.



## Anhang. 9 Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit der Schalteinheit

Beim Platzieren der Schalteinheit zwischen Instrument und Messobjekt muss die Schalteinheit mit der vierpoligen Paarmethode angeschlossen werden. Im Folgenden werden Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit der Schalteinheit beschrieben, wobei u.a. auf Vorsichtsmaßnahmen beim Anschließen über die vierpolige Paarmethode eingegangen wird. Dieses Instrument verfügt über Messklemmen mit Aufbau der vierpoligen Paarmethode. (Abbildung. Aufbau der vierpoligen Paarmethode) Durch diesen Aufbau der vierpoligen Paarmethode wird verhindert, dass das vom Messstrom erzeugte Magnetfeld eine elektromotorische Kraft an den Spannungsmessanschlüssen erzeugt, d.h. diese Kraft wird unterdrückt. Die induktive elektromotorische Kraft bildet ein Störsignal in der Messspannung, das so weit wie möglich unterdrückt werden muss. Die induktive elektromotorische Kraft muss auch in der Schalteinheit unterdrückt werden.

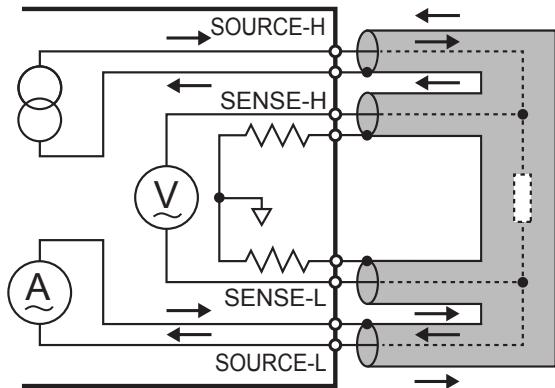


Abbildung. Aufbau der vierpoligen Paarmethode

Beachten Sie folgende Methoden zur Unterdrückung der induktiven elektromotorischen Kraft.

- Die von Abflussdraht (Kerndraht) und Einflussdraht (Abschirmdraht) des SOURCE-H-Anschlusses geformte Schleifenfläche muss so klein wie möglich sein.
- Die von Einflussdraht (Kerndraht) und Abflussdraht (Abschirmdraht) des SOURCE-L-Anschlusses geformte Schleifenfläche muss so klein wie möglich sein.
- Die vom Erkennungsdraht (Kerndraht) des SENSE-H-Anschlusses und vom Erkennungsdraht (Kerndraht) des SENSE-L-Anschlusses geformte Schleifenfläche muss so klein wie möglich sein.
- Die von SOURCE-Drähten und die von SENSE-Drähten geformten Schleifen müssen voneinander ferngehalten werden.
- Die von SOURCE-Drähten und die von SENSE-Drähten geformten Schleifen dürfen sich nicht gegenüberstehen.

Für die in der Schalteinheit verwendeten Relais muss folgendes beachtet werden.

- Für die Relais müssen 2a oder 2c Kontakte verwendet werden und jede einzelne Schleifenfläche sollte so klein wie möglich gehalten werden.
- Zum Umschalten der SOURCE-Anschlüsse müssen Relais mit einem Nennstrom, der den gemessenen Strom des Instruments überschreitet (der Maximalstrom liegt bei 2,12 A bei einem Messstrom von 1,5 A rms), verwendet werden.
- Zum Umschalten der SENSE-Anschlüsse müssen bistabile Relais verwendet werden, um die Auswirkungen der induktiven elektromotorischen Kraft zu unterdrücken.
- Außerdem müssen zum Umschalten der SENSE-Anschlüsse folgende Relaistypen verwendet werden: Doppelkontaktrelais mit Au-verkleideter Querstange oder AgPd-Kontaktrelais. Nur bei diesen Relaistypen ist der Relaiskontakt gesichert.

Ergänzend zu den oben genannten Punkten werden in der Abbildung Musterlayout-Beispiele der Schalteinheit (bei einseitiger Leiterplatte) dargestellt. Bei der Herstellung von Mustern mit zwei oder mehr Schichten kann die Schleife verkleinert werden, indem ein paar Muster über sie gelegt werden. (Abbildung. Musterlayout-Beispiele der Schalteinheit (bei einem Träger aus zwei oder mehr Schichten))

Bei einer Verkabelung aus elektrischen Leitungen kann die Schleife verkleinert werden, indem ein paar elektrische Leitungen miteinander verdreht werden. (Abbildung. Verkabelungsbeispiele der Schalteinheit (bei einem Anschluss über elektrische Leitungen))

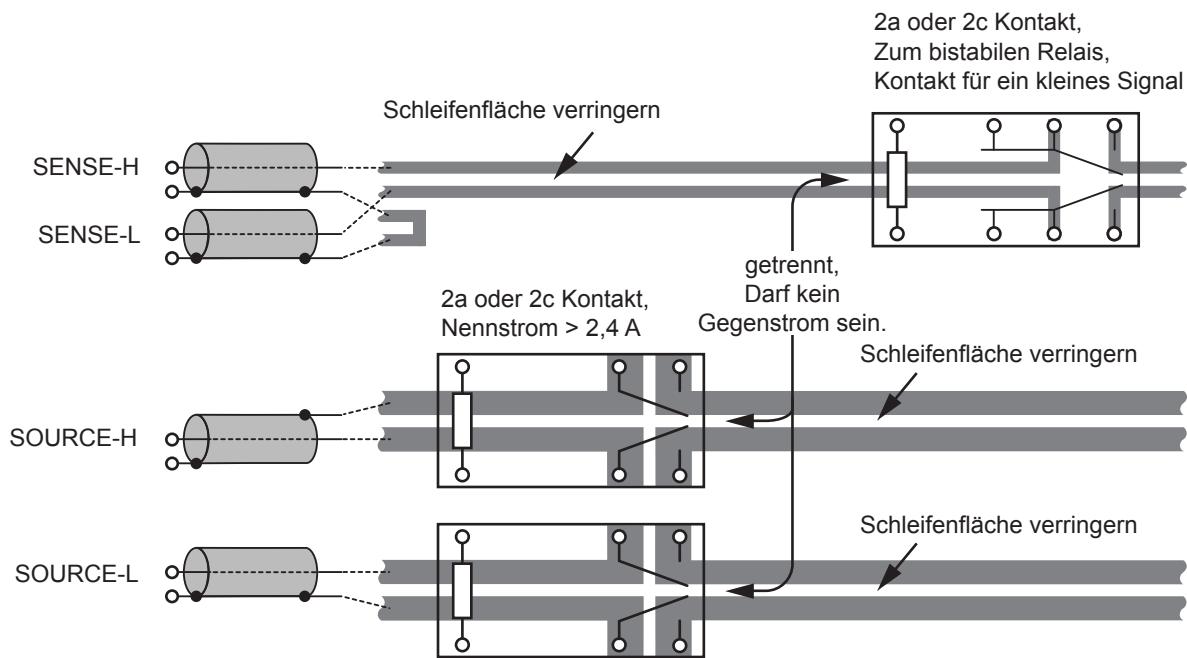


Abbildung. Musterlayout-Beispiele der Schalteinheit (bei einseitiger Leiterplatte)

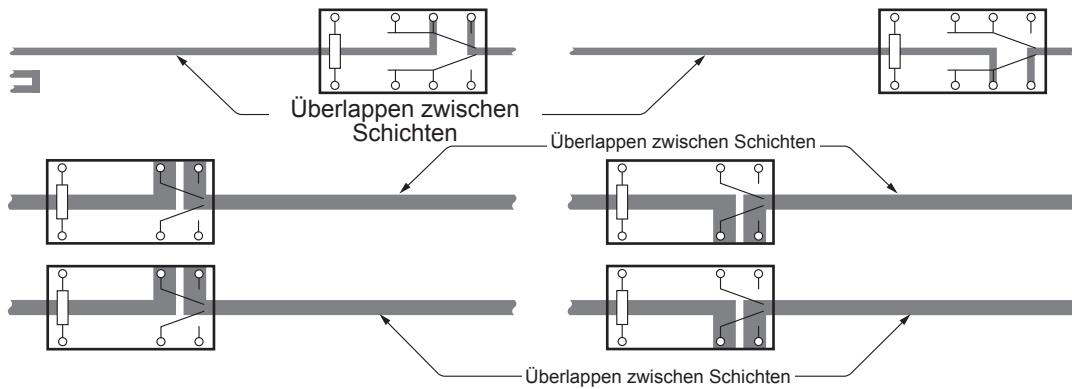


Abbildung. Musterlayout-Beispiele (bei einem Träger aus zwei oder mehr Schichten)

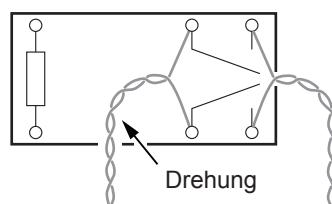
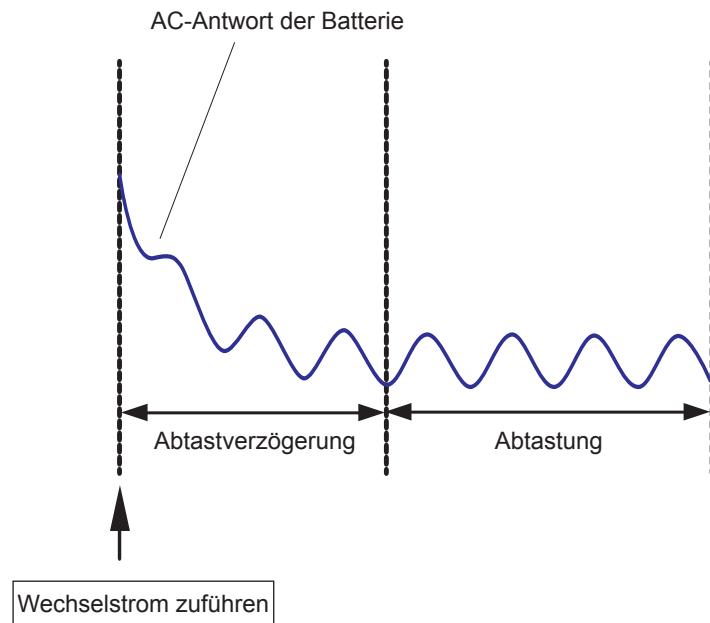


Abbildung. Verkabelungsbeispiel der Schalteinheit (bei einer Verkabelung mit elektrischen Leitungen)

## Anhang. 10 Vorsichtsmaßnahmen bei der Batteriemessung

### Stabilität der AC-Antwort

Bei der Impedanzmessung stabilisiert sich die AC-Antwort evtl. nicht sofort nach Zuführung von Wechselstrom. Durch das Abtasten mithilfe der Abtastverzögerungsfunktion kann die Impedanz nach Stabilisierung der AC-Antwort genau gemessen werden.



### Anpassen des Ladezustands

Die Batterieimpedanz kann aufgrund des Ladezustands der Batterie variieren. Bei Durchführung der Messung mit geringer Frequenz unterliegt die Impedanz starken Schwankungen. Deshalb muss der Ladezustand angepasst werden. Im Allgemeinen liegt der geeignete Ladezustand zwischen 30 und 80%.

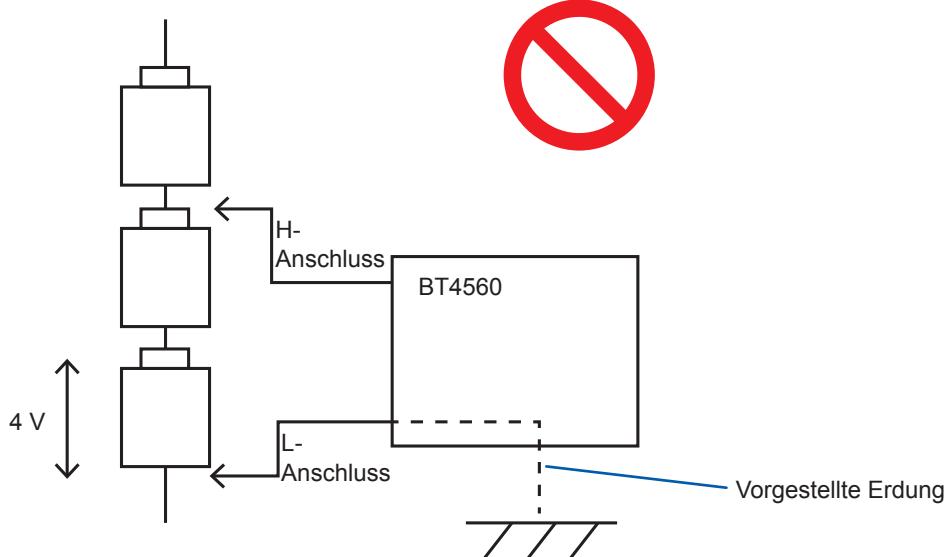
### Vorsicht bei Anschlüssen

Dieser L-Anschluss des Instruments wird so gesteuert, dass sein Potential unterhalb des Massepotentials liegt. (Vorgestellte Erdung)

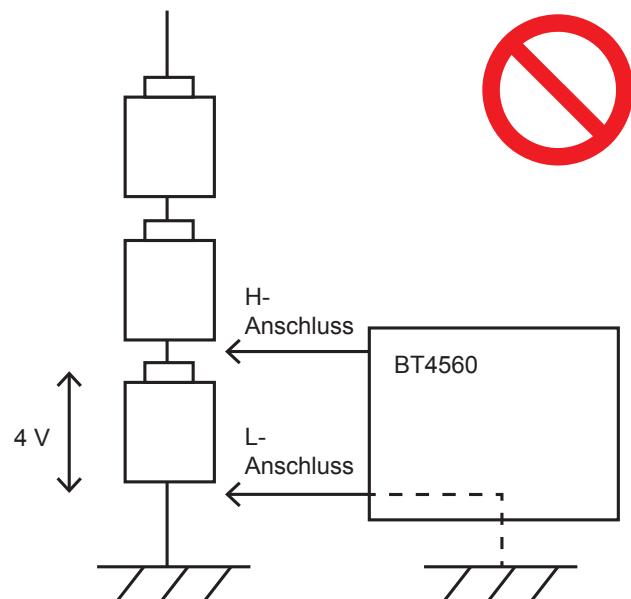
Wenn dem L-Anschluss unter der Voraussetzung, dass er ein Potential gegenüber der Masse hat, ein Input zugeführt wird, kann dies den Stromkreis unterbrechen. Schließen Sie während der Messung nur das Instrument und keine weiteren Geräte an. Es besteht das Risiko, dass der Stromkreis durch unpassende Erdung der Geräte beschädigt wird. Siehe folgende Abbildung.

**Nicht messbare Fälle**

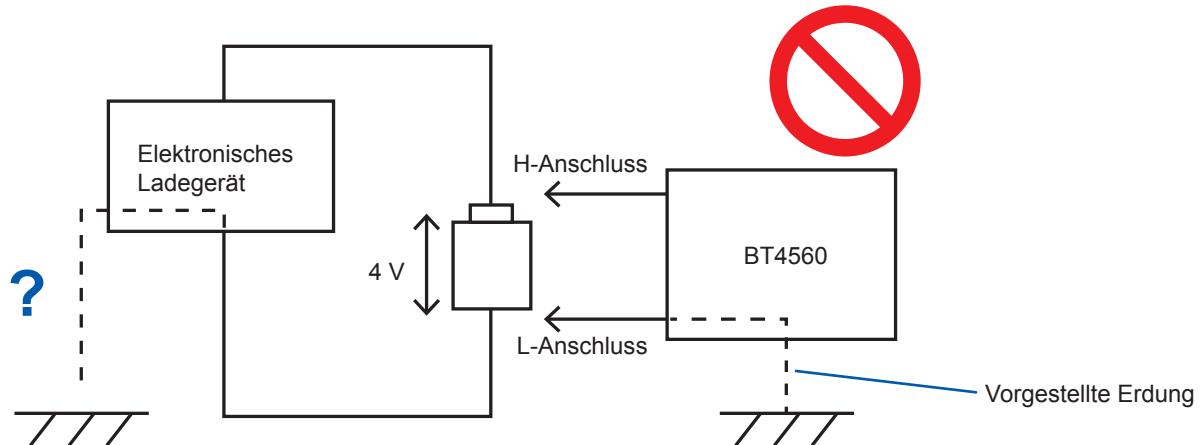
Wenn die Spannung 5 V überschreitet.



Wenn die zuvor geerdete Zelle gemessen wird



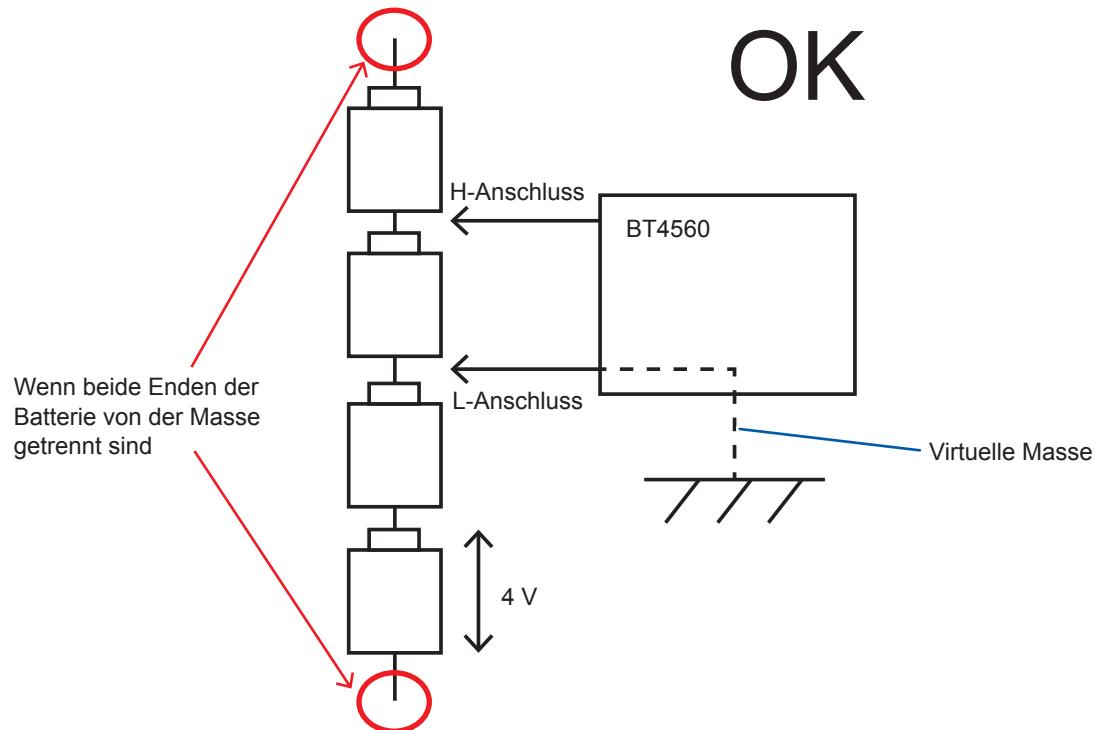
Wenn andere Geräte als das Instrument angeschlossen werden



Wenn zu erdende Instrumente bereits intern geerdet sind oder wenn eine große Kapazität zwischen den Erdungen besteht.

#### Messbare Fälle

Wenn die Batteriemodule nicht angeschlossen wurden



## Anhang. 11 Kalibrierung des Instruments

Einzelheiten zur Kalibrierungsumgebung entnehmen Sie bitte den Bedingungen für Genauigkeitsgarantie (S. 122).

### Kalibrierung der Impedanzmessung

- Verwenden Sie einen Standardwiderstand mit ungealterter Zersetzung und guten Temperatureigenschaften.
- Verwenden Sie einen Widerstand, der eine Konfiguration der vierpoligen Paarmethode ermöglicht, damit sie den Auswirkungen der Zuleitungsdrähte des Widerstands nicht ausgesetzt ist.
- Einzelheiten zum Herstellen einer Verbindung zwischen dem Instrument und dem Standardwiderstand entnehmen Sie bitte unten stehender Abbildung.

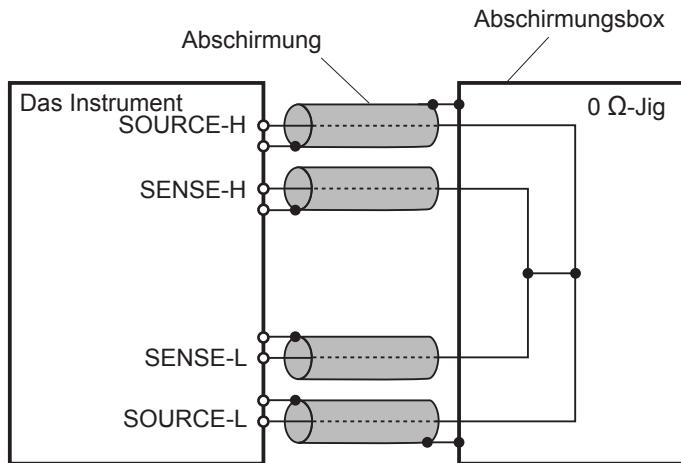


Abbildung. Kalibrierung 0  $\Omega$

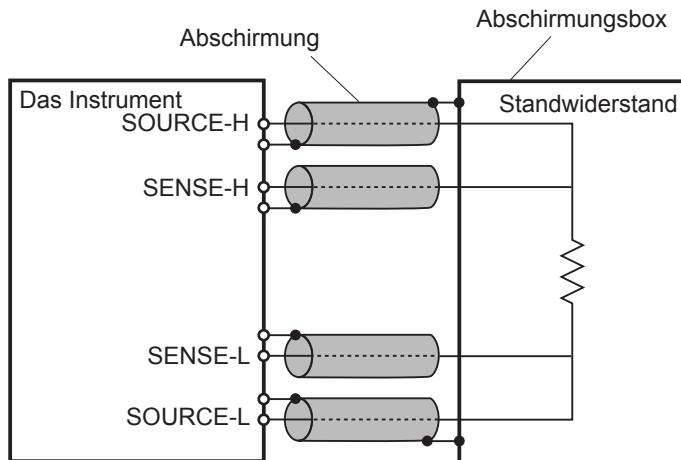


Abbildung. Verbinden mit dem Standardwiderstand

### Kalibrierung der Spannungsmessung

- Verwenden Sie einen Generator mit einer Ausgabe von 7 V DC.
- Einzelheiten zum Herstellen einer Verbindung zwischen dem Instrument und dem Generator entnehmen Sie bitte unten stehender Abbildung.
- Der Wechselstrom des Instruments darf nicht in den Generator eingegeben werden. Dies kann eine Fehlfunktion des Generators verursachen.
- Verwenden Sie den Generator mit einer niedrigen Ausgabeimpedanz.
- Manche Generatoren funktionieren evtl. nicht ordnungsgemäß.

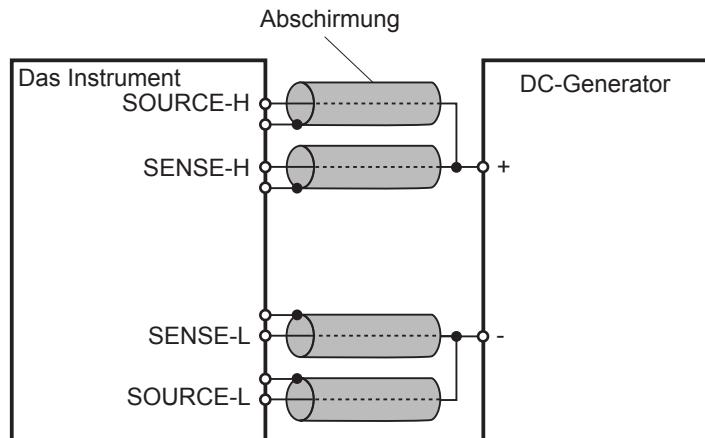


Abbildung. Verbinden mit dem Generator

### Kalibrierung der Temperaturmessung

- Kalibrieren Sie den Standardwiderstand mit Pt100 IEC Klasse A oder einem Äquivalent hierzu.
- Einzelheiten zum Herstellen einer Verbindung zwischen dem Instrument und dem Generator entnehmen Sie bitte unten stehender Abbildung.
- Es muss ein Verkabelungswiderstand verwendet werden, der in beide Richtungen weniger als  $10 \Omega$  beträgt.
- Verwenden Sie die Verbindungsanschlüsse der  $\phi 3,5$  vierpoligen Paarmethode (Einzelheiten zum vierpoligen Signalkabel entnehmen Sie bitte unten stehender Abbildung.)

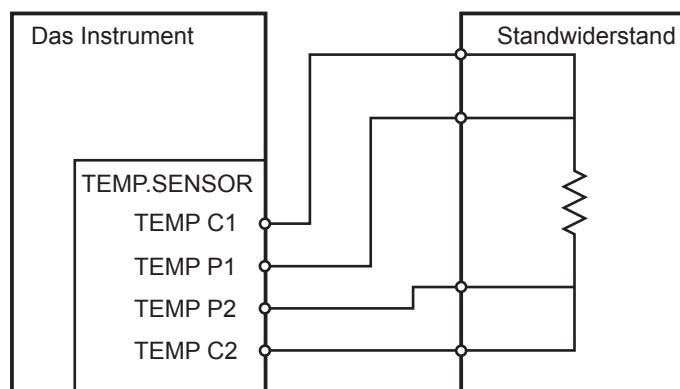


Abbildung. Verbinden mit dem Standardwiderstand

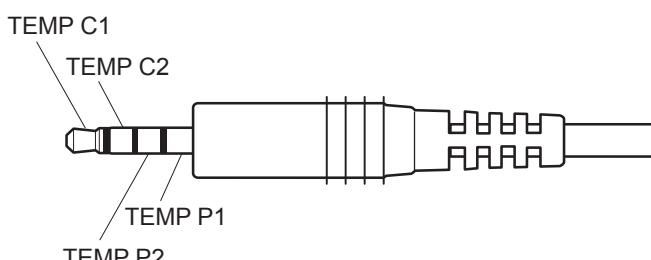


Abbildung. Aufbau des Verbindungsanschlusses

## Anhang. 12 Rahmenmontage

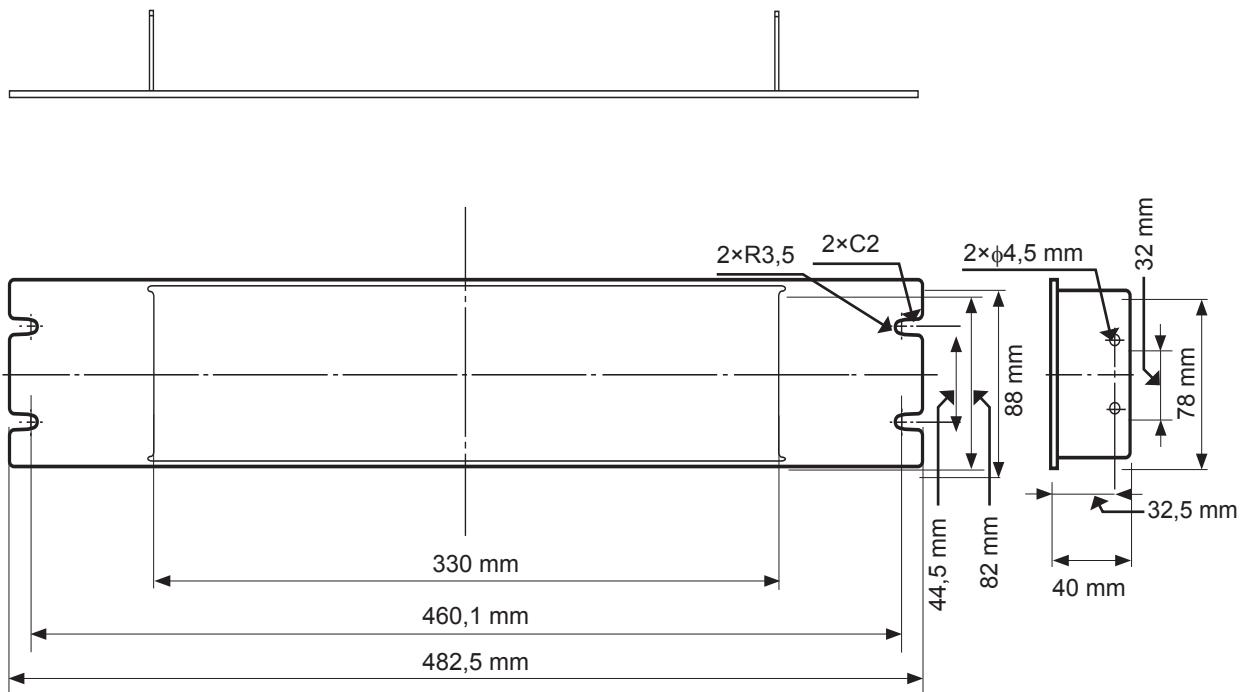
Durch Entfernen der Schrauben an den Seiten des Instruments kann dieses auf einer Rahmenmontageplatte angebracht werden.

## **! WARNUNG**

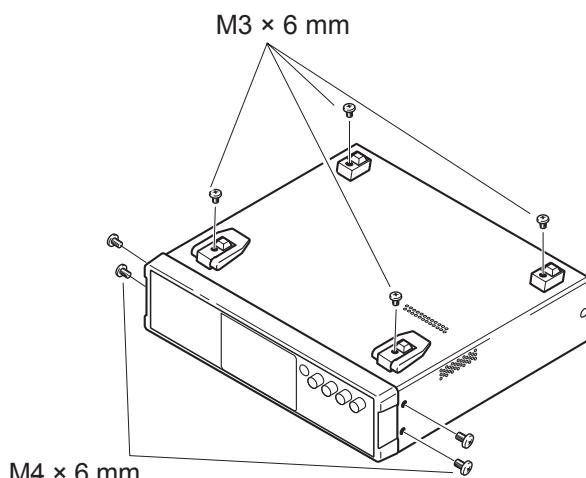
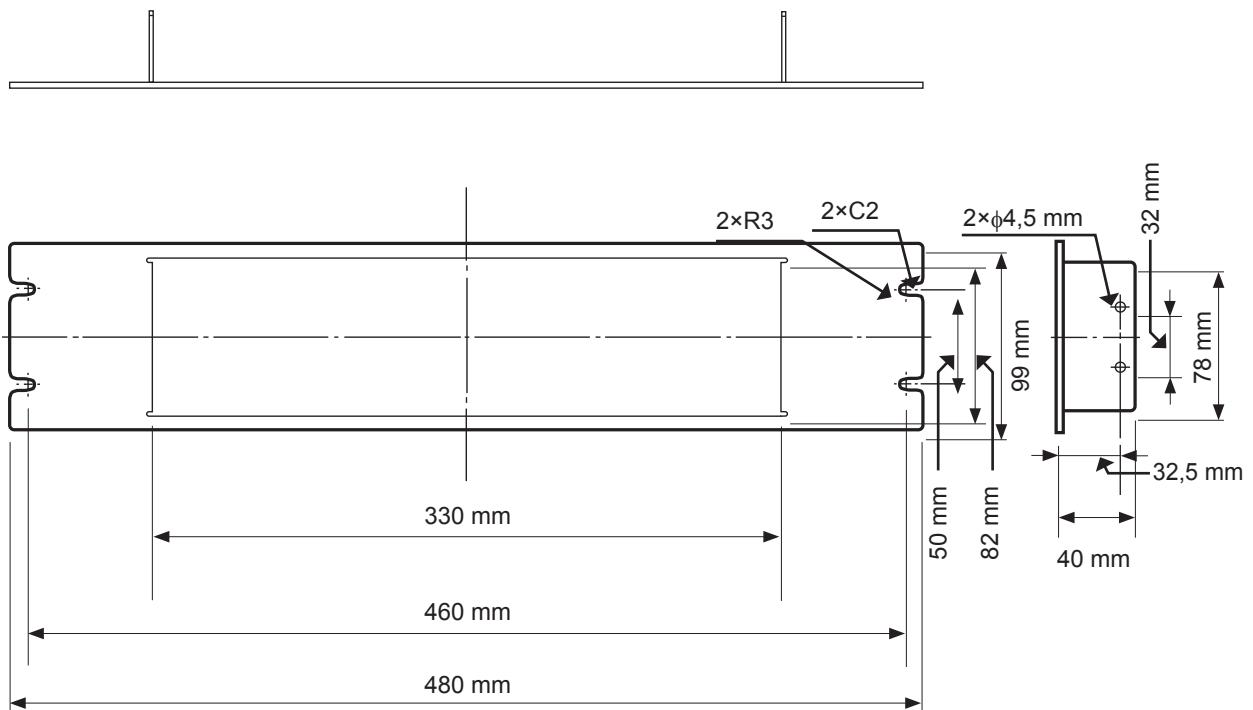
**Um Schäden am Instrument und Stromschläge zu vermeiden, verwenden Sie die Transportschrauben. (Standfuß: M3 × 6 mm, Seiten: M4 × 6 mm, beim Aufbau einer Rahmenmontagehalterung: M4 × 10 mm)**

**Wenn die Schrauben fehlen oder beschädigt sind, wenden Sie sich an Ihren Hioki Händler oder Großhändler.**

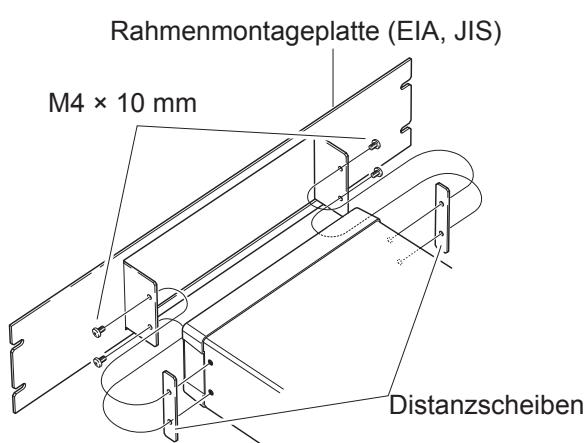
## Rahmenmontageplatte (EIA)



## Rahmenmontageplatte (JIS)



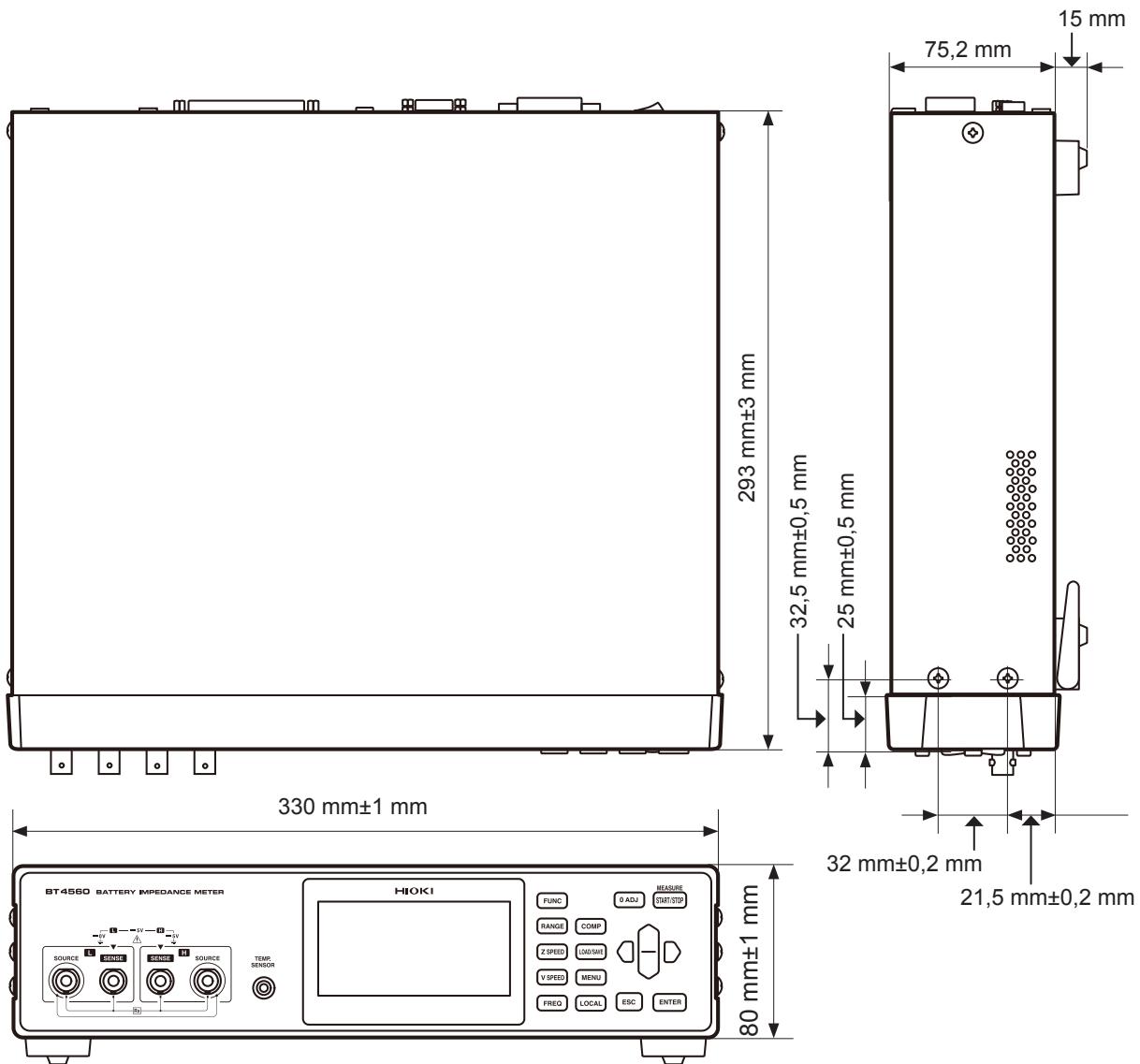
**1** Entfernen Sie die Füße an der Unterseite des Instruments sowie die Schrauben von den Seiten (vier Schrauben nahe der Vorderseite).

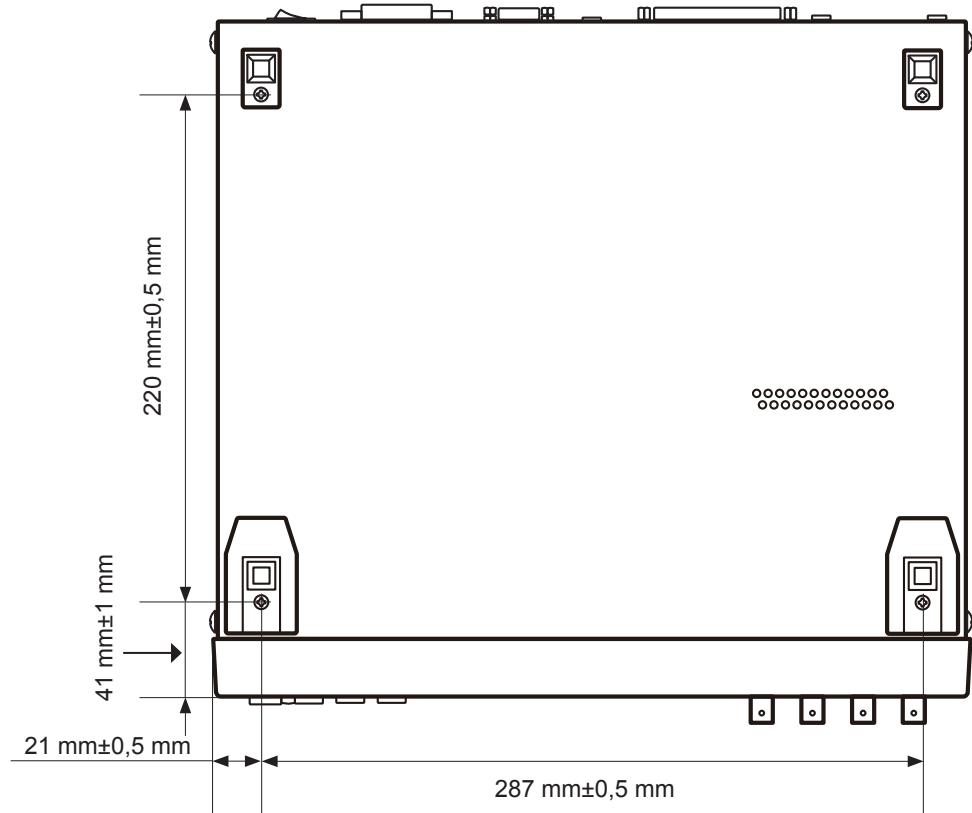


**2** Bringen Sie die Distanzscheiben an den Seiten des Instruments an und befestigen Sie die Rahmenmontageplatte mit den Schrauben (M4 x 10 mm).

- Sichern Sie die Installation in dem Rahmen mit einer handelsüblichen Stützvorrichtung.
- Stellen Sie sicher, dass die Lüftungen an den Seiten, der Rückseite und der Unterseite nicht blockiert sind.

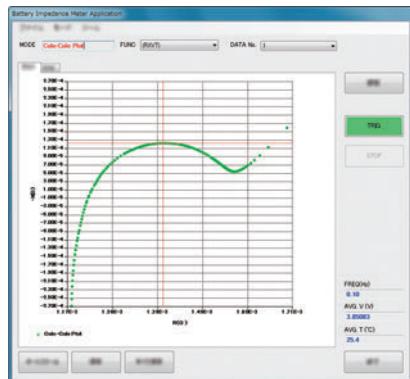
## Anhang. 13 Abmessungsschaubild





## Anhang. 14 Erstellen von Cole-Cole-Diagrammen mit PC-Anwendungssoftware

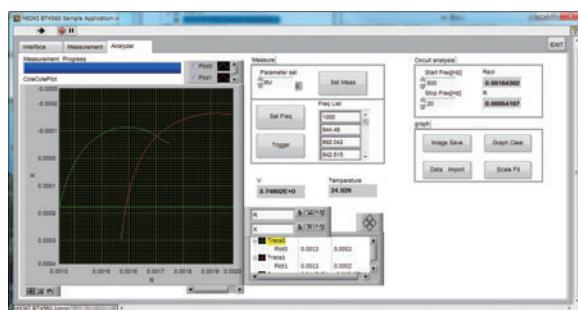
Diese Anwendungssoftware kann Messungen durchführen und Cole-Cole-Diagramme zeichnen. Zudem liefert „ZView®“ (Handelsmarke eines anderen Unternehmens) von Scribner Associates Inc. eine detaillierte Analyse auf Grundlage der Ersatzstromkreisanalyse.



### (1) Die Anwendungssoftware

Anwendungssoftware zeichnet Cole-Cole-Diagramme.

Die Messergebnisse können auch in Excel- und CSV-Dateien ausgegeben werden.



### (2) Die LabView-Treiber \*

Die mit dem LabView-Treiber vergleicht mehrere überlagerte Diagramme.

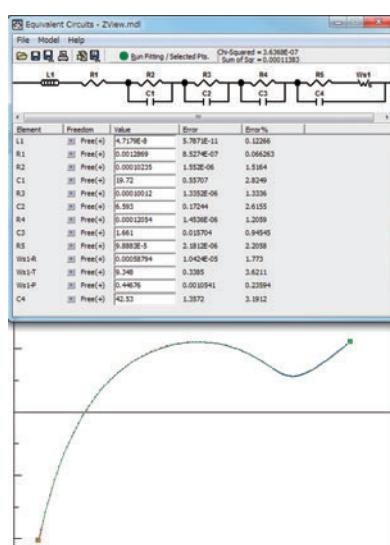
Diese mit einer einfachen Ersatzstromkreisanalyse-Funktion ausgestattete Anwendungssoftware gibt auch einen Überblick über den Elektrolytwiderstand und den Reaktionswiderstand.

\* Der LabView-Treiber kann von der Website von Hioki heruntergeladen werden.

### (3) AC-Impedanz-Analyse-Software „ZView®“

Die AC-Impedanz-Analyse-Software „ZView®“ erstellt bestimmte Ersatzstromkreise auf Grundlage von CSV-Dateien, die aus Anwendungssoftware (1) ausgegeben werden.

Durch die Quantifizierung der einzelnen Elemente können die beschädigten Teile einer Batterie analysiert werden.



## Anhang. 15 Lizenzinformationen

Dieses Instrument verwendet die folgende Open-Source-Software.

Amazon FreeRTOS

Copyright (C) 2020 Amazon.com, Inc. or its affiliates. All Rights Reserved.

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

lwIP

lwIP is licenced under the BSD license:

Copyright (c) 2001-2004 Swedish Institute of Computer Science.  
All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. The name of the author may not be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR "AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE



# Index

## A

Ablaufdiagramm .....	86
Abmessungsschaubild.....	A22
Absolutwert.....	51, 56
Abtastverzögerungsfunktion.....	40
Anschließen	
Vierpoliges Kabel .....	20
Temperatursensor .....	20
Netzkabel .....	19
Anzeige.....	14
Anzeige bei Überschreitung des Messbereichs .....	34
Ausgangssignal .....	85
Auslösefunktion .....	39
Eingabe des externen Auslösers.....	39
Einstellung.....	39
Austauschteile .....	135
Auswertungsergebnis .....	58
Automatische Zwischenspeicherung .....	14

## B

Batteriemessung	
Vorsorgepunkt.....	A15
Bedientasten.....	17
Bedienteil.....	14
Bedienungsausdruck .....	A1
Befehl .....	97, 108
Bildschirmkonfiguration .....	14
Bildschirmkontrast .....	68
BT4560-50.....	1

## C

Cole-Cole-Diagramme.....	13, A24
--------------------------	---------

## E

Eingabesignal.....	84, 85
Einstellung	
Messgeschwindigkeit .....	25
Nullabgleich.....	24
Einstellungsbedingungen	
Löschen.....	63
Speichern.....	60
Auslesen .....	62
Entpacken.....	136
EXT I/O-Anschluss .....	14
Messbildschirm.....	14
EXT.I/O-Test-Funktionen .....	96

## F

F&A.....	129
Fehlermeldungen und Abhilfe.....	133
Flanken-Korrekturfunktion .....	45
Fortschrittsbalken .....	27

## G

Genauigkeit .....	122
-------------------	-----

## H

Hintergrundbeleuchtung .....	69
------------------------------	----

## I

Impedanzmessung (Z).....	25
Spannungsmessung (V).....	25
Messfunktionen .....	25
Initialisieren	
NORMAL.....	76
SYSTEM .....	76
Inspektion vor dem Betrieb .....	21
Interner Schaltkreis.....	93
Verbindungsbeispiele .....	95
Elektrische Spezifikationen .....	94

## K

Kalibrieren .....	A18
Komparator-Funktion	
OFF .....	52
ON.....	52
Bestätigen des Tons .....	57
Oberer und unterer Grenzwert .....	53
Auswertungsergebnis.....	58
Kontaktfehler .....	32
Messstromabweichung .....	32
Messfrequenz.....	32

## L

LAN Schnittstelle .....	14
Spezifikationen.....	98
Verwenden .....	103
Lithiumbatterie .....	136

## M

Messbeispiel .....	23
Messbereich .....	35
Messfühler .....	A12
Verlängerung .....	A6
Selbst hergestellt.....	A4
Messgeschwindigkeit .....	26
Messklemme .....	14
Messleitung .....	24
Messsignal-Nulldurchgangsstopp-Funktion .....	49
Mittelwertfunktion .....	44
Montage .....	7

## N

Netzkabel.....	19
Nullabgleich.....	A8
Nulldurchgangsstopp-Funktion.....	49

## O

Option.....	2, 128
-------------	--------

## P

Panelladefunktion .....	62
Panelspeicherfunktion .....	60

## R

Rahmenmontage .....	A20
Reinigung .....	135
Einstellungsbildschirm .....	14
RS-232C-Schnittstelle .....	14
Spezifikationen.....	97
Verwendung .....	101

## S

Schalteinheit.....	A13
Selbstkalibrierungsfunktion.....	43
Spannungsbegrenzungs-Funktion.....	47
Spezifikationen .....	109
Standfuß .....	17
Stromeingang .....	14, 16
Stromquelle (PNP).....	82
Stromsenke (NPN) .....	82
Stromversorgung	
Einschalten.....	21
Ausschalten.....	21
Systemtest.....	70
I/O TEST .....	70
KEY TEST .....	71
LCD TEST .....	72
ROM TEST.....	73

## T

Tabelle mit Anfangstests.....	78
Tastenbetrieb	
Deaktiviert .....	65
Aktiviert .....	65
Tastenton	
OFF .....	67
ON.....	67
Temperatursensor-Anschluss .....	17

## U

USB-Schnittstelle	
Spezifikationen.....	97
Belüftung .....	14
USB-Schnittstelle.....	15
Verwendung .....	100

## V

V.A.PEAK .....	14
Verbindung	
Ausführung.....	28
Fehler .....	28
Einstellung.....	30
Erkennen einer Messabweichung.....	28
Vierpolige Paarmethode .....	A2

## W

Wirbelstrom .....	A8
-------------------	----

## Z

Zubehör .....	128
Zurücksetzen .....	76

# Garantiekunde

**HIOKI**

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 JJMM-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 Kontaminierung 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 Sekundarschäden 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/](http://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](mailto:hioki@hioki.eu)