

**FLUKE®**

**Biomedical**

# **ESA609**

Electrical Safety Analyzer

## Bedienungshandbuch

FBC-0060

February 2014, Rev. 1 (German)

© 2014 Fluke Corporation. All rights reserved. Specifications are subject to change without notice.

All product names are trademarks of their respective companies.

## **Garantie und Produktunterstützung**

Fluke Biomedical gewährleistet, dass dieses Gerät für den Zeitraum von einem Jahr, ab ursprünglichem Kaufdatum frei von Material- und Fertigungsdefekten sein wird, bzw. für zwei Jahre, falls Sie am Ende des ersten Jahres das Messgerät zur Kalibrierung an ein Fluke Biomedical Servicezentrum einsenden. Für eine solche Kalibrierung stellen wir Ihnen die gewohnte Gebühr in Rechnung. Während des Garantiezeitraums werden wir nach eigenem Ermessen ein Produkt reparieren oder ersetzen, sollte es sich als defekt erweisen. Senden Sie in diesem Fall das Produkt mit im Voraus bezahlten Versandkosten an Fluke Biomedical. Diese Garantie gilt nur für den ersten Käufer und kann nicht übertragen werden. Die Garantie gilt nicht, wenn das Produkt versehentlich beschädigt oder unsachgemäß verwendet oder durch eine andere als die autorisierte Fluke Biomedical Servicestelle gewartet oder verändert wird. ES WERDEN KEINE ANDEREN GARANTIEEN, Z. B. EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK, IMPLIZIERTER ODER AUSDRÜCKLICHER ART ABGEGEBEN. FLUKE HAFTET NICHT FÜR SPEZIELLE, UNMITTELBARE, MITTELBARE, BEGLEIT- ODER FOLGESCHÄDEN ODER VERLUSTE, EINSCHLIESSLICH VERLUST VON DATEN, UNABHÄNGIG VON DER URSACHE ODER THEORIE.

Nur mit Seriennummern versehene Produkte und Zubehör (Produkte und Teile mit Seriennummernetikett) sind durch diese Garantie abgedeckt. Die Neukalibrierung von Messgeräten ist nicht durch die Garantie abgedeckt.

Diese Garantie gewährt Ihnen bestimmte Rechte, und je nach Gerichtsbarkeit verfügen Sie u. U. über weitere Rechte. Da einige keine Ausschlüsse und/oder Einschränkungen einer gesetzlichen Gewährleistung oder von Begleit- oder Folgeschäden zulassen, kann es sein, dass diese Haftungsbeschränkung für Sie keine Geltung hat. Sollte eine Klausel dieser Garantiebestimmungen von einem zuständigen Gericht oder einer anderen Entscheidungsinstanz für unwirksam oder nicht durchsetzbar befunden werden, so bleiben die Wirksamkeit oder Durchsetzbarkeit anderer Klauseln dieser Garantiebestimmungen von einem solchen Spruch unberührt.

## Hinweise

---

### Alle Rechte vorbehalten

©Copyright 2014, Fluke Biomedical. Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung von Fluke Biomedical reproduziert, übertragen, aufgezeichnet, in einem Abfragesystem gespeichert oder in eine andere Sprache übersetzt werden.

---

### Copyright-Übertragung

Fluke Biomedical heißt eine beschränkte Copyright-Übertragung gut, die es Ihnen ermöglicht, Handbücher und andere gedruckte Materialien für den Gebrauch in Serviceschulungsprogrammen und technischen Publikationen zu reproduzieren. Falls Sie andere Reproduktionen oder Vervielfältigungen wünschen, senden Sie ein schriftliches Gesuch an Fluke Biomedical.

---

### Auspacken und Überprüfen

Bei Empfang des Messgeräts Standard-Annahmepraktiken befolgen. Den Versandkarton auf Beschädigung prüfen. Falls eine Beschädigung vorliegt, das Messgerät nicht weiter auspacken. Den Spediteur benachrichtigen und verlangen, dass beim Auspacken des Messgeräts ein Vertreter gegenwärtig ist. Es gibt keine besonderen Anweisungen zum Auspacken; zur Vermeidung von Beschädigung beim Auspacken des Messgeräts vorsichtig vorgehen. Das Messgerät auf offensichtliche Beschädigung wie verbogene oder gebrochene Teile, Beulen oder Kratzer untersuchen.

---

### Technischer Kundendienst

Für Anwendungsunterstützung oder Antworten auf technische Fragen eine E-Mail an [techservices@flukebiomedical.com](mailto:techservices@flukebiomedical.com) senden oder 1-800- 850-4608 bzw. (+1) 440-248-9300 anrufen. In Europa senden Sie eine E-Mail an [techsupport.emea@flukebiomedical.com](mailto:techsupport.emea@flukebiomedical.com) oder rufen Sie +31-40-2675314 an.

---

### Ansprüche

Unsere routinemäßige Versandmethode ist via Transportunternehmer, FOB Ausgangsort. Wenn bei Auslieferung offensichtliche Beschädigung festgestellt wird, alle Verpackungsmaterialien zurückbehalten und unverzüglich das Transportunternehmen benachrichtigen, um einen Anspruch geltend zu machen. Wenn das Messgerät in äußerlich gutem Zustand ausgeliefert wird, jedoch nicht gemäß den Spezifikationen funktioniert, oder andere nicht auf Versandbeschädigung beruhende Probleme bestehen, wenden Sie sich bitte an Fluke Biomedical bzw. die zuständige Verkaufsvertretung.

---

## Rücksendungen und Reparaturen

### Rücksendeverfahren

Alle Teile und Artikel, die zurückgesendet werden (einschließlich Rücksendungen für Garantieansprüche), müssen unter Vorauszahlung der Frachtkosten an unseren Werksstandort gesendet werden. Für Rücksendungen von Messgeräten an Fluke Biomedical empfehlen wir United Parcel Service, Federal Express oder Air Parcel Post. Darüber hinaus sollte die Sendung in der Höhe der tatsächlichen Ersetzungskosten versichert werden. Fluke Biomedical ist nicht für verlorene Sendungen verantwortlich oder für Messgeräte, die wegen nicht sachgerechter Verpackung oder Handhabung in beschädigtem Zustand ankommen.

Den ursprünglichen Karton und das ursprüngliche Verpackungsmaterial für Sendungen verwenden. Falls diese Materialien nicht verfügbar sind, sollten für die Verpackung die folgenden Richtlinien beachtet werden:

- Doppelwandigen Karton verwenden, dessen Stärke für das Gewicht des versandten Gegenstands ausreicht.
- Alle Oberflächen des Instruments mit dickem Papier oder Karton schützen. Alle vorspringenden Teile mit nicht-scheuerndem Material schützen.
- Mindestens 10 cm dick gepacktes, für industrielle Zwecke zugelassenes, stoßdämpfendes Material rund um das Instrument anbringen.

### Rücksendungen für Teilerstattung/Gutschrift:

Jedem wegen einer Erstattung/Gutschrift zurückgesendeten Produkt muss eine RMA-Nummer (Return Material Authorization = Rücknahmegenehmigung) beiliegen, die von der Order Entry Group unter 1-440-498-2560 vergeben wird.

### Reparatur und Kalibrierung:

Für das nächstgelegene Servicezentrum siehe [www.flukebiomedical.com/service](http://www.flukebiomedical.com/service) oder

#### In den USA:

Cleveland Calibration Lab  
Tel: 1-800-850-4608 x2564  
E-Mail: [globalcal@flukebiomedical.com](mailto:globalcal@flukebiomedical.com)

Everett Calibration Lab  
Tel: 1-888-99 FLUKE (1-888-993-5853)  
E-Mail: [service.status@fluke.com](mailto:service.status@fluke.com)

#### In Europa, im Mittleren Osten und in Afrika:

Eindhoven Calibration Lab  
Tel: (+31) 40-2675300  
E-Mail: [servicedesk@fluke.nl](mailto:servicedesk@fluke.nl)

#### In Asien:

Everett Calibration Lab  
Tel: (+425) 446-6945  
E-Mail: [service.international@fluke.com](mailto:service.international@fluke.com)

Um eine hohe Genauigkeit des Produkts sicherzustellen, empfiehlt Fluke Biomedical, das Produkt mindestens einmal alle 12 Monate zu kalibrieren. Die Kalibrierung muss von qualifiziertem Personal ausgeführt werden. Wenden Sie sich für eine Kalibrierung an die zuständige Fluke Biomedical-Vertretung.

---

## Zertifizierung

Dieses Messgerät wurde eingehend getestet und untersucht. Es wurde befunden, dass die Herstellungsspezifikationen von Fluke Biomedical zum Zeitpunkt des Versands im Werk erfüllt waren. Kalibriermesswerte sind gemäß NIST (National Institute of Standards and Technology) rückführbar. Geräte, für die es keine NIST-Kalibrierstandards gibt, werden unter Anwendung akzeptierter Testverfahren gemessen und mit internen Leistungsstandards verglichen.

---

## WARNUNG

Nicht autorisierte Benutzermodifikationen oder Anwendung außerhalb der veröffentlichten Spezifikationen können zu Stromschlag oder fehlerhaftem Betrieb führen. Fluke Biomedical haftet nicht für jegliche Verletzungen, die auf nicht autorisierte Gerätmodifikationen zurückgehen.

---

## Einschränkungen und Haftbarkeit

Die Informationen in diesem Handbuch können jederzeit verändert werden und stellen keine Verpflichtung durch Fluke Biomedical dar. Änderungen der Informationen in diesem Dokument werden in neue Ausgaben der Publikation eingearbeitet. Fluke Biomedical übernimmt keine Verantwortung für die Nutzung oder Verlässlichkeit von Software oder Geräten, die nicht von Fluke Biomedical oder seinen angeschlossenen Händlern bereitgestellt wurden.

---

## Herstellungsstandort

Der ESA609 Electrical Safety Analyzer wird am folgenden Standort hergestellt: Fluke Biomedical, 6920 Seaway Blvd., Everett, WA, U.S.A.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
Einführung .....	1
Vorgesehener Verwendungszweck .....	1
Sicherheitsinformationen .....	2
Auspacken des Testers .....	4
Messgeräteübersicht .....	5
Bedienfeld .....	5
Seitenanschlüsse .....	6
Trageschlaufe .....	8
Anschluss des Testers ans Stromnetz.....	8
Anschluss eines DUT an den Tester .....	9
Einschalten des Testers .....	11
Zugriff auf die Funktionen des Testers .....	11
Einrichten des Testers .....	11
Durchführung elektrischer Sicherheitstests .....	12
Einstellen des Teststandards .....	12
Durchführung eines Hauptleitungsspannungstests (Mains Voltage).....	12
Durchführung einer Masseleitungswiderstandsprüfung .....	13
Durchführen eines Stromverbrauchstests .....	16
Durchführen von Ableitstromtests (Leakage Current) .....	16
Messung des Erdableitstroms .....	17

Einen Gehäuseableitstromtest (Enclosure Leakage) durchführen .....	19
Durchführung einer Direktgerät-Ableitstromprüfung .....	21
Durchführen von Punkt-Punkt-Messungen .....	23
Messen von Widerstand.....	23
Messung von Ableitströmen.....	23
Wartung und Pflege .....	24
Testen und Ersetzen der Sicherungen.....	24
Reinigung des Testers .....	25
Auswechselbare Teile.....	26
Zubehör .....	28
Technische Daten.....	29
Ausführliche Spezifikationen.....	30

# ***Tabellen***

<b>Tabelle</b>	<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
1.	Symbole.....	2
2.	Bedienelemente und Anschlüsse auf der Vorderseite .....	5
3.	Seitliche Anschlüsse .....	7
4.	Abkürzungen in schematischen Darstellungen .....	14
5.	Von der ausgewählten Norm abhängige Prüfungsnamen.....	16
6.	Auswechselbare Teile.....	26
7.	Zubehör .....	28



# Abbildungsverzeichnis

Abbildung	Titel	Seite
1.	Bedienelemente und Anschlüsse auf der Vorderseite .....	5
2.	Seitliche Anschlüsse .....	6
3.	Trageschlaufe .....	8
4.	DUT-Verbindungen zum Tester .....	10
5.	Startbildschirm .....	11
6.	Netzspannungsprüfung .....	12
7.	Masseleitungswiderstandsprüfung .....	13
8.	Schaltbild Masseleitungswiderstandsprüfung .....	15
9.	Ableitstromprüfung .....	16
10.	Schaltbild Erdableitstromprüfung .....	18
11.	Schaltbild Gehäuse-Ableitstromprüfung .....	20
12.	Schaltbild Direktgerät-Ableitstromprüfung .....	22
13.	Punkt-Punkt-Widerstandsprüfung .....	23
14.	Zugang Sicherungen .....	25



# ***Electrical Safety Analyzer***

## ***Einführung***

Der Electrical Safety Analyzer ESA609 von Fluke Biomedical (der Tester) ist ein mit zahlreichen Funktionen ausgestatteter, kompakter, tragbarer Tester zur Prüfung der elektrischen Sicherheit medizinischer Geräte. Der Tester prüft gemäß nationalen (ANSI/AAMI ES1, NFPA 99) und internationalen (und Teilen von IEC 62353 sowie IEC 60601-1) Normen zur elektrischen Sicherheit. Die integrierten Patientenbelastungen nach ANSI/AAMI ES1 und IEC 60601-1 sind einfach auswählbar.

Mit dem Tester können folgende Prüfungen durchgeführt werden:

- Netzspannung
- Erdungswiderstand (Schutzerdungswiderstand)
- Gerätestrom
- Erdableitstrom
- Gehäuseableitstrom
- Direkte Geräteableitung
- Punkt-Punkt-Ableitung und -Widerstand

## ***Vorgesehener Verwendungszweck***

Das Produkt ist eine elektronische Signalquelle und ein Messgerät zur Überprüfung der elektrischen Sicherheit von Medizingeräten.

Die vorgesehenen Anwender sind ausgebildete Medizintechniker, die für die regelmäßige Wartung von medizinischen Geräten zuständig sind. Die Anwender können in Krankenhäusern oder Arztpraxen oder bei Geräteherstellern oder unabhängigen Dienstleistern tätig sein, die medizinische Geräte warten und instand setzen. Die Endanwender sind ausgebildete Medizintechniker.

Das Gerät ist für den Einsatz im Labor außerhalb der Patientenversorgungsbereiche vorgesehen und darf nicht an Patienten oder zur Prüfung von an Patienten angeschlossenen Geräten eingesetzt werden. Dieses Gerät ist nicht zur Kalibrierung von medizinischen Geräten vorgesehen. Für den Einsatz des Produkts besteht keine ärztliche Verschreibungspflicht.

## Sicherheitsinformationen

Ein **Warnhinweis** identifiziert in diesem Handbuch gefährliche Bedingungen und Aktivitäten, die Körperverletzungen oder Tod verursachen können. Ein **Vorsichtshinweis** identifiziert in diesem Handbuch Bedingungen und Aktivitäten, die den Tester oder die zu prüfenden Ausrüstung beschädigen oder permanenten Datenverlust verursachen können.

Tabelle 1 enthält eine Liste der Symbole, die auf dem Produkt und im vorliegenden Handbuch verwendet werden.

**Tabelle 1. Symbole**

Symbol	Beschreibung
	Gefahr. Wichtige Informationen. Siehe Handbuch.
	Gefährliche Spannungen. Risiko von Stromschlägen.
	Sicherung
	Entspricht den maßgeblichen nordamerikanischen Standards der Sicherheitstechnik.
	Dieses Produkt entspricht den EU-Direktiven
	Entspricht den relevanten australischen EMV-Normen

**Tabelle 1. Symbole (Forts.)**

Symbol	Beschreibung
	Entspricht den relevanten südkoreanischen EMV-Normen.
	Dieses Gerät entspricht den Kennzeichnungsvorschriften der WEEE-Richtlinie (2002/96/EG). Das angebrachte Etikett weist darauf hin, dass dieses elektrische/elektronische Produkt nicht mit dem Hausmüll entsorgt werden darf. Produktkategorie: In Bezug auf die Gerätetypen in Anhang I der WEEE-Richtlinie ist dieses Produkt als Produkt der Kategorie 9, „Überwachungs- und Kontrollinstrument“, klassifiziert. Dieses Gerät nicht mit dem Hausmüll entsorgen. Informationen zum Recycling sind der Website von Fluke zu entnehmen.

**⚠⚠ Warnung**

Zur Vermeidung von Stromschlägen, Brand oder Verletzungen folgende Richtlinien einhalten:

- Vor dem Gebrauch des Produkts sämtliche Sicherheitsinformationen aufmerksam lesen.
- Das Produkt nur gemäß Spezifikation verwenden, da andernfalls der vom Produkt gebotene Schutz nicht gewährleistet werden kann.
- Keine Verbindung zu spannungsführenden Ausgangsanschlüssen herstellen. Das Produkt kann tödliche Spannungen erzeugen. Zur Vermeidung von Stromschlägen reicht es nicht aus, das Gerät in den Standby-Modus zu versetzen.
- Zwischen beliebigen Anschlüssen bzw. zwischen Anschlüssen und Masse niemals eine höhere Spannung als die angegebene Nennspannung anlegen.
- Den Betrieb auf die angegebene Messkreiskategorie, Spannung bzw. Nennstromstärke beschränken.
- Bei allen Messungen nur die für das Produkt zugelassene Messkategorie (CAT), sowie spannungs- und stromstärkegeprüftes Zubehör (Tastköpfe, Prüflleitungen und Adapter) verwenden.
- Zuerst eine bekannte Spannung messen, um die einwandfreie Funktion des Produkts zu prüfen.
- Die für die vorzunehmenden Messungen entsprechenden Anschlüsse, Funktionen und Messbereiche verwenden.
- Keine Spannungen > 30 V AC eff, 42 V AC Spitze oder 60 V DC berühren.
- Das Gerät nicht in der Nähe von explosiven Gasen, Dämpfen oder in dunstigen oder feuchten Umgebungen verwenden.
- Das Produkt nicht verwenden, wenn es beschädigt ist.
- Wenn das Produkt beschädigt ist, deaktivieren Sie es durch entfernen des Netzkabels und der Sicherungen.
- Das Produkt nicht verwenden, wenn es nicht richtig funktioniert.
- Vor Verwendung des Produkts das Gehäuse untersuchen. Auf Risse oder fehlende Kunststoffteile prüfen. Insbesondere auf die Isolierung um die Buchsen herum achten.
- Die Prüflleitungen nicht verwenden, wenn sie beschädigt sind. Die Prüflleitungen auf beschädigte Isolierung, freiliegendes Metall oder sichtbare Verschleißanzeige untersuchen. Durchgang der Messleitungen prüfen.
- Dieses Produkt nur in Innenräumen verwenden.

- **Ausschließlich Netzkabel und Steckverbinder verwenden, die für die Spannung und Steckerkonfiguration in Ihrem Land zugelassen und für das Gerät spezifiziert sind.**
- **Sicherstellen, dass der Erdleiter des Netzkabels mit einer Schutzerde verbunden ist. Durch eine Unterbrechung der Schutzerde kann eine Spannung am Gehäuse anliegen, die tödlich sein kann.**
- **Das Netzkabel austauschen, wenn die Isolierung beschädigt ist oder Anzeichen von Verschleiß aufweist.**
- **Die Masseleitung immer vor der spannungsführenden Leitung anschließen und die spannungsführende Leitung immer vor der Masseleitung abklemmen.**
- **Mit den Fingern hinter dem Fingerschutz an den Messspitzen bleiben.**
- **Die Prüfleitungen nicht verwenden, wenn sie beschädigt sind. Die Messleitungen auf beschädigte Isolierung untersuchen und eine bekannte Spannung messen.**
- **Eine Strommessung niemals als Anhaltspunkt sehen, dass ein Stromkreis berührungssicher ist. Es ist eine Spannungsmessung notwendig, um zu wissen, ob ein Stromkreis gefährlich ist.**

## **Auspacken des Testers**

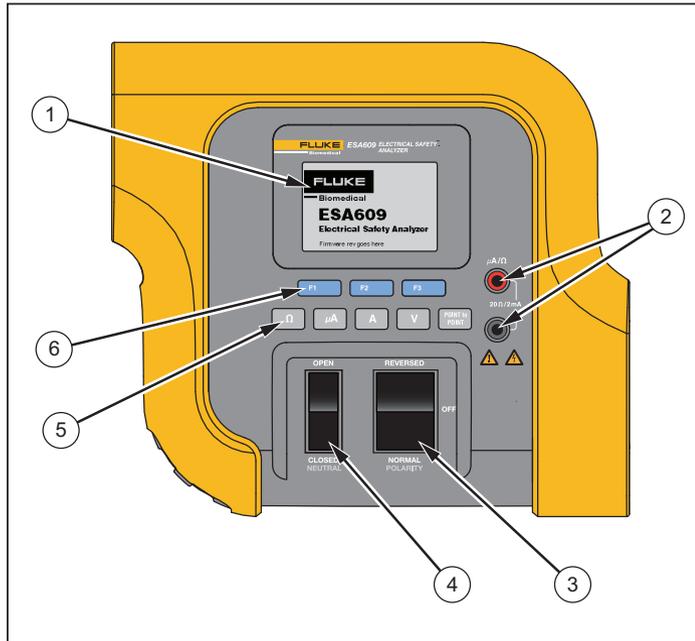
Alle Artikel sorgfältig aus der Schachtel herausnehmen und prüfen, ob folgende Artikel vorhanden sind:

- ESA609
- Sicherheitsdatenblatt
- CD mit Bedienungshandbuch
- Tragekoffer
- Netzkabel
- ESA EUR Zubehörkit (nur für die USA, Australien und Israel)
- ESA EUR Zubehörkit
- Nullklemmen-Adapter

## Messgeräteübersicht

### Bedienfeld

In Abbildung 1 und Tabelle 2 werden die Bedienelemente und die Anschlüsse des Testers auf der Vorderseite beschrieben.



hp116.eps

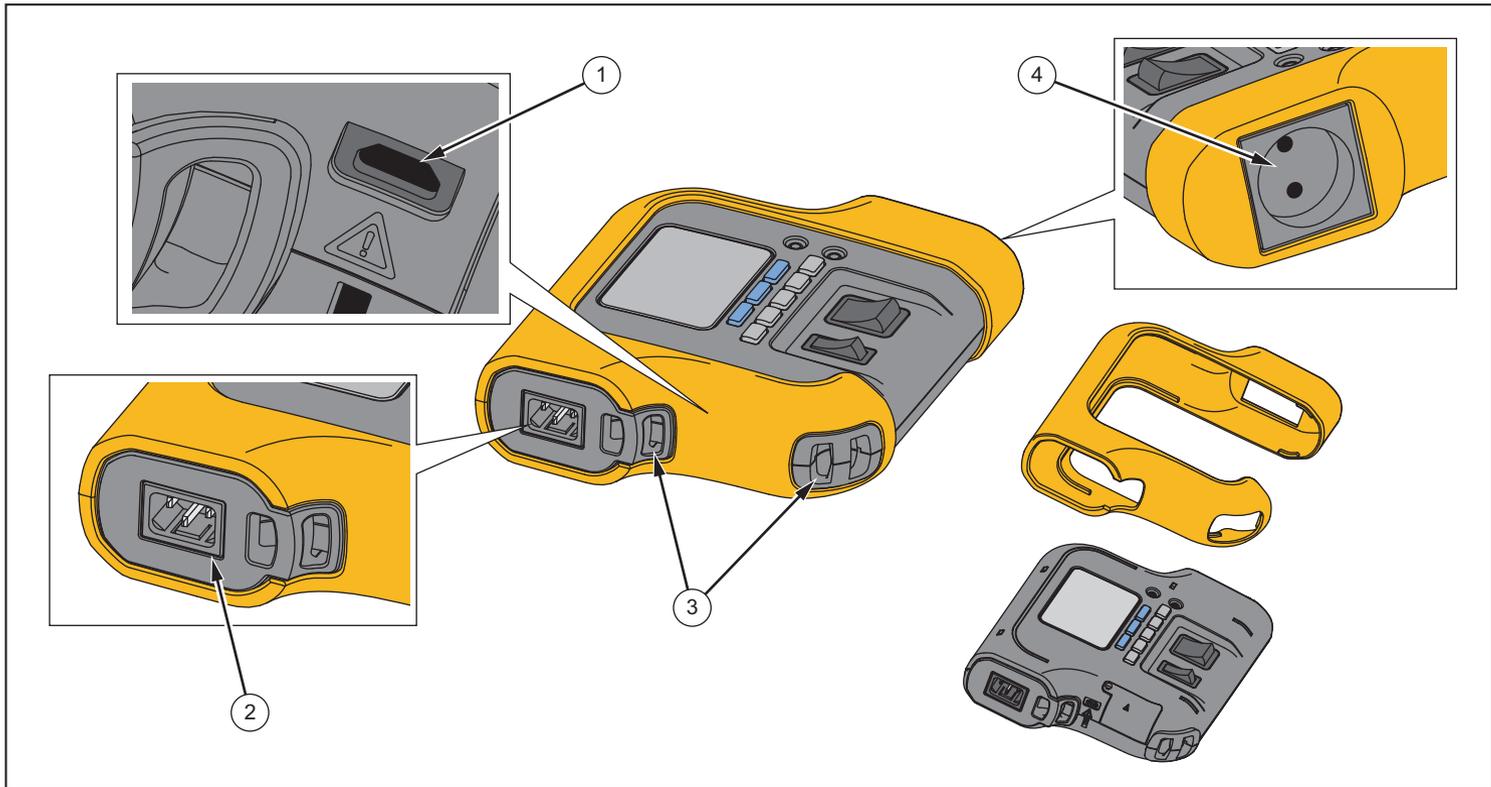
**Abbildung 1. Bedienelemente und Anschlüsse auf der Vorderseite**

**Tabelle 2. Bedienelemente und Anschlüsse auf der Vorderseite**

Nr.	Name	Beschreibung
①	Anzeige	Die LCD-Anzeige.
②	Eingangsbuchsen	Anschlüsse für Prüflinge mit DUT-Steckern.
③	Polaritäts-Wippschalter	Zum Umschalten der Geräteausgänge zwischen normaler und umgekehrter Polarität.
④	Neutral-Wippschalter	Zum Umschalten der Konfiguration der Neutralverbindung zwischen offen und geschlossen.
⑤	Testfunktionstasten	Wählt die verschiedenen Testfunktionen des Testers aus.
⑥	Funktions-Softkeys	Zum Auswählen unter den Optionen, die in der LCD-Anzeige über dem jeweiligen Funktions-Softkey angezeigt werden.

## Seitenanschlüsse

In Abbildung 2 und Tabelle 3 sind die seitlichen Anschlüsse des Testers beschrieben.



**Abbildung 2. Seitliche Anschlüsse**

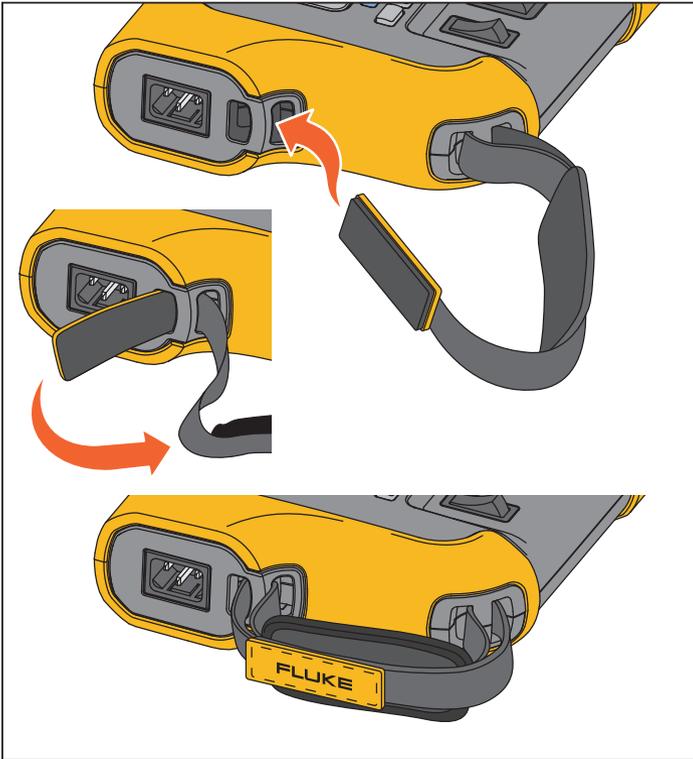
hpf110.eps

**Tabelle 3. Seitliche Anschlüsse**

<b>Nr.</b>	<b>Name</b>	<b>Beschreibung</b>
①	Kalibrierungsanschluss	Anschluss zur Kalibrierung des Geräts. (Unter dem Holster.) Darf nur in einem autorisierten Servicezentrum verwendet werden.
②	Netzeingangsanschluss	Ein geerdeter dreipoliger Anschluss (IEC 60320 C19 oder C13) zur Aufnahme des Netzkabels.
③	Befestigung für die Trageschlaufe	Die Schlitze dienen zur Befestigung der Trageschlaufe für den Tester, siehe Abbildung 3.
④	Gerätausgang	Ein Gerätausgang, spezifisch für die Version des Testers, die eine DUT-Verbindung bietet.

### Trageschlaufe

Die Trageschleife dient zum Tragen des Testers, siehe Abbildung 3.



hp122.eps

Abbildung 3. Trageschleife

### Anschluss des Testers ans Stromnetz

#### ⚠️ ⚠️ Warnung

**Um einen elektrischen Schlag, einen Brand oder eine Verletzung zu verhindern, darf kein Verlängerungskabel oder Adapterstecker verwendet werden.**

Den Tester an eine ordnungsgemäß geerdete dreipolige Steckdose anschließen. Der Tester kann ein DUT nicht ordnungsgemäß testen, wenn der Erdungsleiter offen ist.

Der Tester ist zur Verwendung mit einphasigem geerdetem Strom gedacht. Er ist nicht für Doppel-, Spaltphasen- oder Dreiphasen-Stromkonfigurationen gedacht. Er kann jedoch mit beliebigen Stromsystemen verwendet werden, die die für einphasigen Strom korrekten Spannungen liefern und geerdet sind.

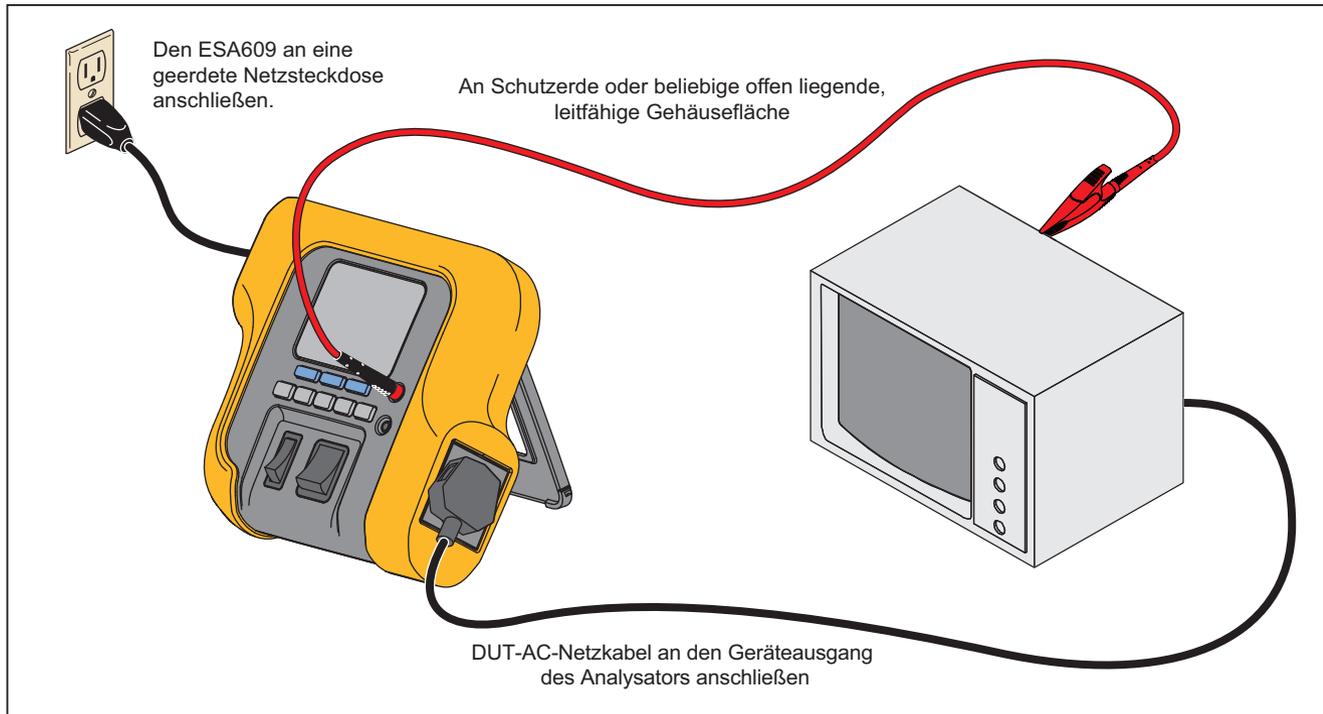
## **Anschluss eines DUT an den Tester**

Ein DUT (Device Under Test) kann, je nach Gerät und der Anzahl der für einen vollständigen elektrischen Sicherheitstest benötigten Verbindungen, auf verschiedene Weisen angeschlossen werden. Abbildung 4 zeigt ein DUT mit Verbindungen zum Testanschluss und mit einer separaten Verbindung zum DUT-Gehäuse oder zur Schutzterde.

### **⚠️⚠️ Warnung**

**Zur Vermeidung von Stromschlägen, Brand oder Verletzungen folgende Richtlinien einhalten:**

- **Kein freiliegendes Metall von Bananensteckern berühren; es können tödliche Spannungen anliegen.**
- **Zur Strommessung die Stromversorgung unterbrechen, bevor das Produkt an den Stromkreis angeschlossen wird. Das Produkt mit dem Stromkreis in Reihe schalten.**
- **Ein zugelassenes Dreileiter-Netzkabel an eine geerdete Steckdose anschließen.**
- **Das Gerät nur an Orten aufstellen, an denen das Netzkabel zugänglich ist.**
- **Keine Metallobjekte in die Anschlüsse einführen.**

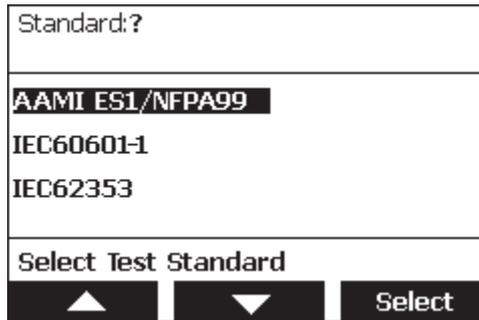


hpi112.eps

**Abbildung 4. DUT-Verbindungen zum Tester**

## Einschalten des Testers

Zum Einschalten des Testers das Netzkabel anschließen und in eine Steckdose einstecken. Der Tester führt eine Reihe von Selbsttests durch und zeigt dann die in Abbildung 5 gezeigte Meldung an, falls der Selbsttest erfolgreich abgeschlossen wurde.



fs201.bmp

**Abbildung 5. Startbildschirm**

Während des Selbsttests prüft der Tester seinen Netzeingang auf korrekte Polarität, Intaktheit der Erdung und Spannungspegel. Ist die Polarität umgekehrt, wird dies vom Tester angezeigt. Wenn die Erdung offen ist, zeigt der Tester diesen Fehler an. Wenn die Netzspannung zu hoch oder zu niedrig ist, zeigt der Tester diesen Fehler an und fährt nicht fort, ehe die Versorgungsspannung korrigiert und der Tester aus- und wieder eingeschaltet wurde.

## Zugriff auf die Funktionen des Testers

Über die TEST-Funktionstasten auf dem Tester kann die Art der Prüfung ausgewählt werden. Über die Menüs lassen sich besondere Prüfungen oder Setup-Optionen auswählen. Wenn Sie beispielsweise  $\mu\text{A}$  drücken, zeigt der Tester die verfügbaren Ableitstromprüfungen unten in der Anzeige an. Durch Drücken eines Softkeys (F1 bis F3) während einer bestimmten Prüfung wird mit der Einrichtung bzw. Durchführung der ausgewählten Prüfung begonnen.

Wenn eine Option, beispielsweise der Zustand der Erdung, nicht angezeigt wird, kann diese nicht verändert werden. Der Tester zeigt jedoch die Einstellung an.

## Einrichten des Testers

Mit den Wippschaltern kann zwischen normaler und umgekehrter Polarität umgeschaltet werden.

## Durchführung elektrischer Sicherheitstests

Der Tester führt eine Reihe von elektrischen Prüfungen und Leistungsmessungen an medizintechnischen Geräten durch. Die folgenden Abschnitte beschreiben die verschiedenen Tests und wie diese mit dem Tester durchgeführt werden.

### Einstellen des Teststandards

Der Tester führt elektrische Sicherheitsprüfungen auf der Grundlage einer Reihe verschiedener Sicherheitsstandards durch: AAMI ES1/NFPA99, IEC 62353 und IEC 60601-1. AAMI ist die Voreinstellung des Testers.

Auswählen eines anderen Standards:

1. Den Softkey **Standard** drücken, um das Listenfeld über der Softkey-Beschriftung zu öffnen.
2.  oder  drücken, um die Optionen für Standards durchzugehen.

Einige elektrische Tests sind möglicherweise für einen bestimmten Standard nicht anwendbar. In diesen Fällen zeigt das Menü des Testers den ausgeschlossenen Test nicht als Option an.

## Durchführung eines Hauptleitungsspannungstests (Mains Voltage)

Der Hauptleitungsspannungstest misst die Spannung des Netzeingangs durch drei separate Messungen. Um auf den Hauptleitungsspannungstest zuzugreifen,  drücken. Eine Netzspannungsprüfung ist in Abbildung 6 abgebildet.

Standard: AAMI ES1/NFPA99	
Test: Line Voltage	
Live to Neutral	<b>124.0V</b>
Live to Earth	<b>121.9V</b>
Neutral to Earth	<b>2.1V</b>
Polarity: Normal	Earth: Closed
<b>Standard</b>	

fis204.bmp

Abbildung 6. Netzspannungsprüfung

### **Durchführung einer Masseleitungswiderstandsprüfung**

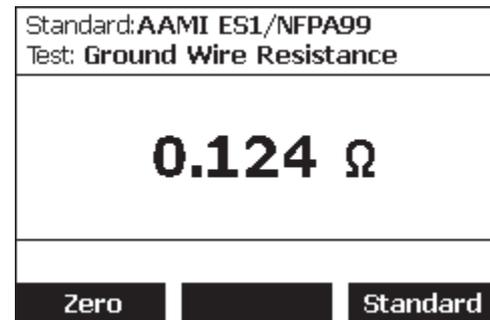
Bei einer Masseleitungswiderstandsprüfung wird die Impedanz zwischen der PE-Klemme des Tester-Prüfanschlusses und den freiliegenden leitfähigen Teilen des DUT gemessen, die mit der Schutz Erde des DUT verbunden sind.

Vor der Durchführung von Ableitstromtests mit dem Tester sollte mit diesem Test möglichst die Intaktheit der Erdungsverbindung zwischen der Prüfanschlusserde des Testers und der Schutz Erde bzw. dem Gehäuse des DUT geprüft werden.

Durchführung einer Masseleitungswiderstandsprüfung:

1. **Ω** drücken, um das Widerstandsfunktionsmenü einzublenden.
2. Ein Ende einer Messleitung an die Buchse Ω/A anschließen (siehe Abbildung 4).
  - Bei Verwendung eines Zubehör-Messfühlers diesen an das andere Ende der Messleitung anschließen und die Spitze des Messfühlers in den Massepunkt des Prüfanschlusses am Tester (schwarze Eingangsbuchse) einstecken.
  - Bei Verwendung einer Zubehör-Alligatorklemme diese an das andere Ende der Prüfleitung anschließen, den Nullklemmenadapter in den Massepunkt des Prüfanschlusses am Tester (schwarze Eingangsbuchse) einstecken und die Alligatorklemme an den Nullklemmenadapter ankleben.

3. Den Softkey **Zero** (Null) drücken. Der Tester stellt die Messung Null, um den Messleitungswiderstand auszugleichen.
4. Die Prüfleitung von der roten Buchse mit dem Gehäuse des DUT oder der Schutzleiterverbindung verbinden.
5. Das Netzkabel des DUT in den Prüfanschluss des Testers einstecken. Der gemessene Widerstand wird angezeigt, nachdem die DUT-Verbindungen hergestellt sind, siehe Abbildung 7.



fis205.bmp

**Abbildung 7. Masseleitungswiderstandsprüfung**

#### **⚠️ ⚠️ Warnung**

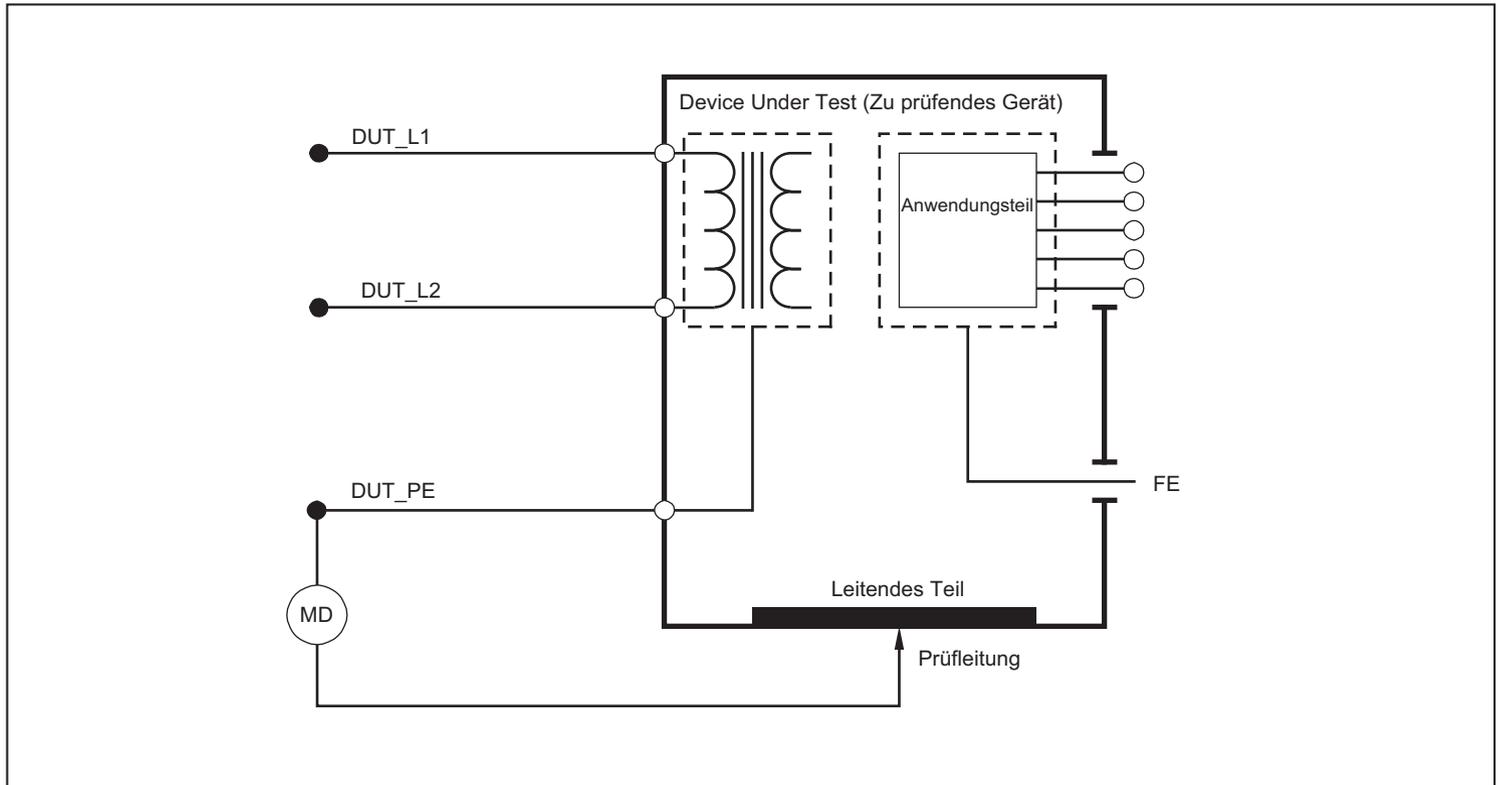
**Um elektrische Schläge zu vermeiden, den Nullklemmenadapter aus dem Prüfanschluss entfernen, nachdem die Prüfleitung auf Null gestellt wurde. Der Prüfanschluss wird unter bestimmten Prüfungsbedingungen zu einem möglichen Risiko.**

Als Bestätigung für eine ordnungsgemäße Erdungsverbindung durch das Netzkabel ist ein geringer Widerstandsmesswert erforderlich. Für den spezifischen einzuhaltenden Grenzwert siehe die entsprechende elektrische Sicherheitsnorm.

Abbildung 8 zeigt die elektrischen Verbindungen zwischen dem Tester und dem DUT. Tabelle 4 enthält die Abkürzungen, die in den schematischen Darstellungen und den zugehörigen Beschreibungen verwendet werden.

**Tabelle 4. Abkürzungen in schematischen Darstellungen**

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
MD	Messgerät (Tester ESA609)
FE	Functional Earth (Funktionserde)
PE	Protective Earth (Schutzerde)
Mains	Mains Voltage Supply (Netzspannungsversorgung)
L1	Stromführender Leiter
L2	Neutralleiter
DUT	Device Under Test (Zu testendes Gerät)
DUT_L1	Stromführender Leiter des DUT
DUT_L2	Neutralleiter des DUT
DUT_PE	Schutzerdleitung des DUT
REV POL	Umgekehrte Netzversorgungspolarität
PE Open	Offene Schutzerde
	Testspannung



hpl26.eps

**Abbildung 8. Schaltbild Masseleitungswiderstandsprüfung**

### Durchführen eines Stromverbrauchstests

Um den durch das DUT verbrauchten Strom zu messen, **A** drücken. Der Tester zeigt den durch die Hauptleitungsverbindungen des Testanschlusses fließenden Strom an.

### Durchführen von Ableitstromtests (Leakage Current)

Der Tester misst Ableitstrom für eine Reihe verschiedener DUT-Konfigurationen.

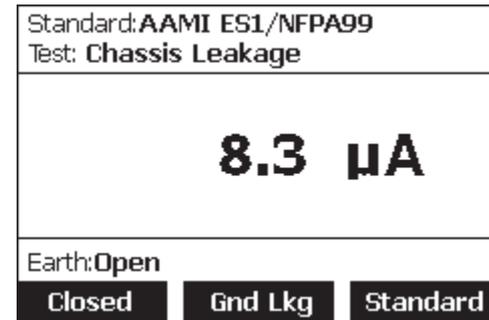
Die Verfügbarkeit der verschiedenen Ableitprüfungen ist von der ausgewählten Norm abhängig. Um die vom Tester verwendete Norm zu ändern, siehe Abschnitt „Einstellen des Teststandards“ früher in diesem Handbuch.

Tabelle 5 enthält Prüfungen, die je nach ausgewählter Norm unterschiedliche Namen haben.

**Tabelle 5. Von der ausgewählten Norm abhängige Prüfungsamen**

IEC60601	AAMI/NFPA 99
Schutzerdewiderstand	Masseleitungswiderstand
Erdableitstrom	Masseleitungsableitstrom
Berührungs- oder Gehäuse-Ableitstrom	Chassisableitstrom

**μA** drücken, um auf die Ableitstrom-Hauptprüfung zuzugreifen, siehe Abbildung 9.



fis217.bmp

**Abbildung 9. Ableitstromprüfung**

#### Hinweis

Abbildung 9 zeigt eine Ableitstromprüfung, wenn AAMI als Norm ausgewählt ist.

Alle Ableitströme werden nur als Effektivwerte angezeigt. Das anfängliche Ergebnis wird als dem der ausgewählten Norm entsprechender Parameter angezeigt.

## Messung des Erdableitstroms

### *Hinweis*

*Die Erdableitstromprüfung ist für AAMI und 60601, nicht aber für IEC 62353 verfügbar.*

Um den Strom zu messen, der durch den Schutzerdungskreis des DUT fließt, im Ableitstrom-Hauptmenü (abhängig vom Standard) den Softkey **Ground Wire** (Erdung) drücken. Abbildung 10 zeigt die elektrischen Verbindungen zwischen dem Tester und dem DUT während einer Erdableitstromprüfung.

Bei der Erdableitstromprüfung kann eine Reihe von Kombinationsmessungen durchgeführt werden.

Über die Wippschalter lässt sich die Polarität ändern sowie die Neutralverbindung öffnen oder schließen.

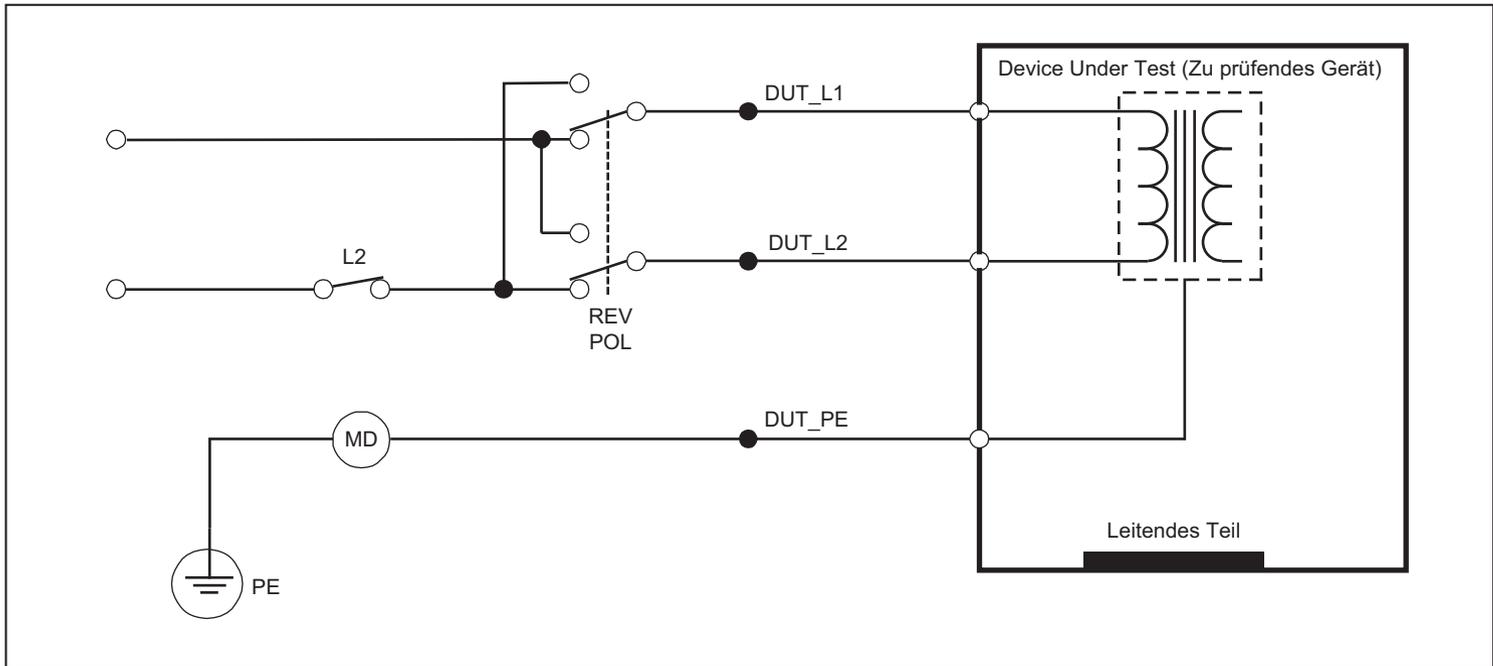
### *Hinweis*

*Fluke empfiehlt dringend, das Umschalten der Polarität langsam durchzuführen. Beim Umschalten von einer Stellung in die andere etwa 3 Sekunden verstreichen lassen. Bei zu schnellem Umschalten kann der Tester beschädigt werden.*

Die Testanschlusserde muss nicht geöffnet werden, da dies während der Messung intern erfolgt.

Bei der Durchführung dieses Tests gelten die folgenden Zustände:

- Normale Polarität
- Normale Polarität, Neutral offen
- Umgekehrte Polarität
- Umgekehrte Polarität, Neutral offen



hpl27.eps

Abbildung 10. Schaltbild Erdableitstromprüfung

## Einen Gehäuseableitstromtest (Enclosure Leakage) durchführen

### Hinweis

*Die Gehäuseableitstromprüfung (Enclosure Leakage) ist nur verfügbar, wenn IEC 60601 oder ANSI/AAMI ES1 als Norm ausgewählt ist.*

Beim Gehäuseableitstromtest wird der Strom gemessen, der zwischen dem Gehäuse des DUT und der Schutz Erde fließt. Abbildung 11 zeigt die elektrischen Verbindungen zwischen dem Tester und dem DUT.

So wird ein Gehäuseableitstromtest durchgeführt:

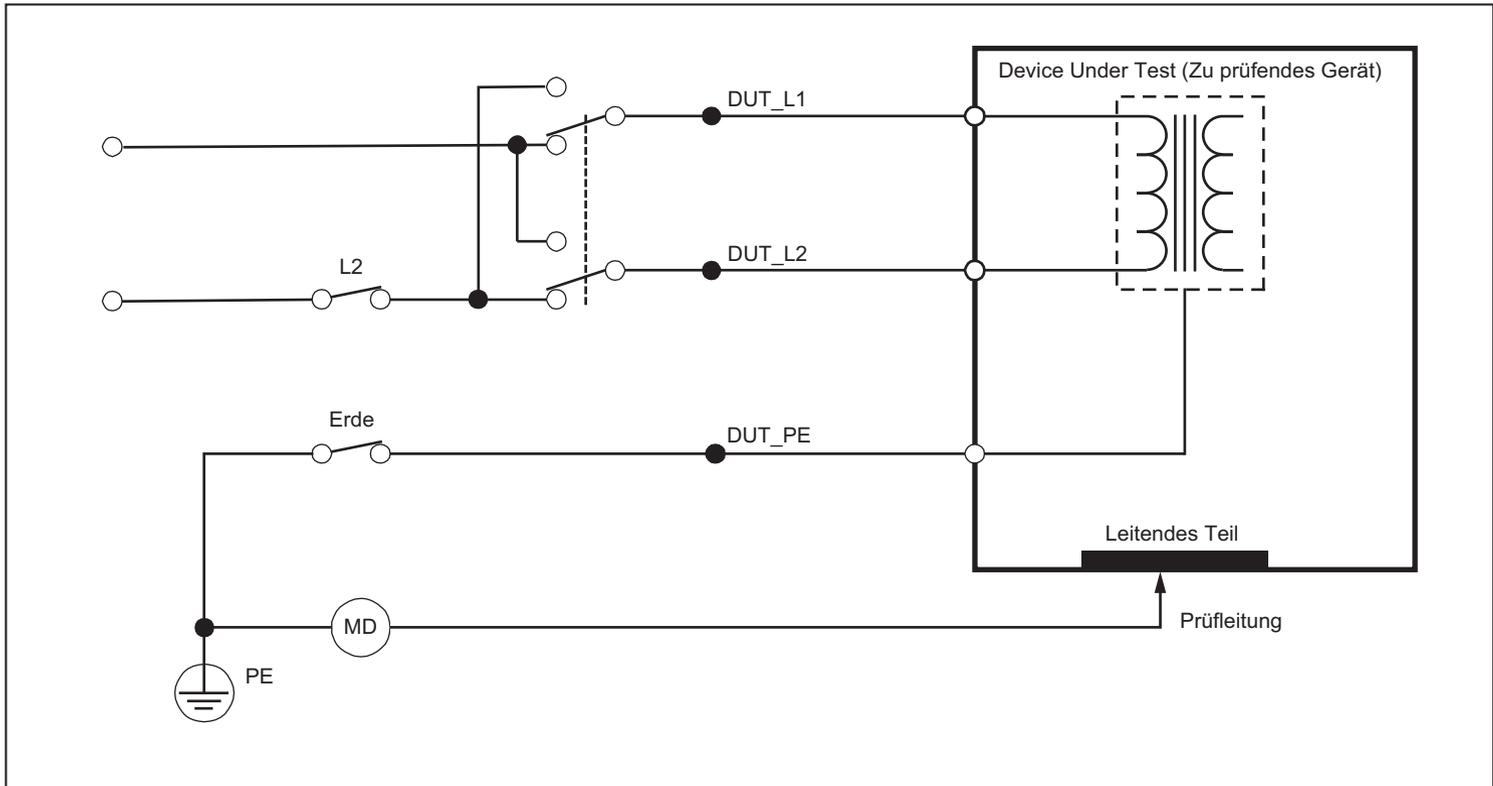
1. Eine Leitung zwischen der Buchse  $\Omega/A$  des Testers und dem Gehäuse des DUT anschließen.
2. Im Ableitstrom-Testmenü (Leakage Current) den Softkey **Chassis** (Gehäuse) drücken.
3. Der Tester zeigt den gemessenen Strom an.

Der Gehäuseableitstromtest kann mit einer Reihe von Fehlerbedingungen am Testanschluss durchgeführt werden.

- Betätigen Sie den Polaritäts-Wippschalter, um die Polarität umzuschalten.
- Betätigen Sie den Neutral-Wippschalter, um die Neutralverbindung zu öffnen oder zu schließen.
- Den Softkey **Open** (Öffnen) drücken, um die Erdverbindung des Prüfanschlusses zu öffnen, oder den Softkey **Closed** (Schließen) drücken, um die Erdverbindung zu schließen.

Bei der Durchführung dieses Tests gelten die folgenden Zustände:

- Normale Polarität
- Normale Polarität, Erde offen
- Normale Polarität, Neutral offen
- Umgekehrte Polarität
- Umgekehrte Polarität, Erde offen
- Umgekehrte Polarität, Neutral offen



hpl28.eps

Abbildung 11. Schaltbild Gehäuse-Ableitstromprüfung

## **Durchführung einer Direktgerät- Ableitstromprüfung**

### *Hinweis*

*Die Direktgerät-Ableitstromprüfung ist verfügbar,  
wenn EN62353 als Norm ausgewählt ist.*

Die Direktgerät-Ableitstromprüfung misst den Ableitstrom zwischen den freiliegenden leitfähigen Oberflächen am Gehäuse und dem Schutzleiter.

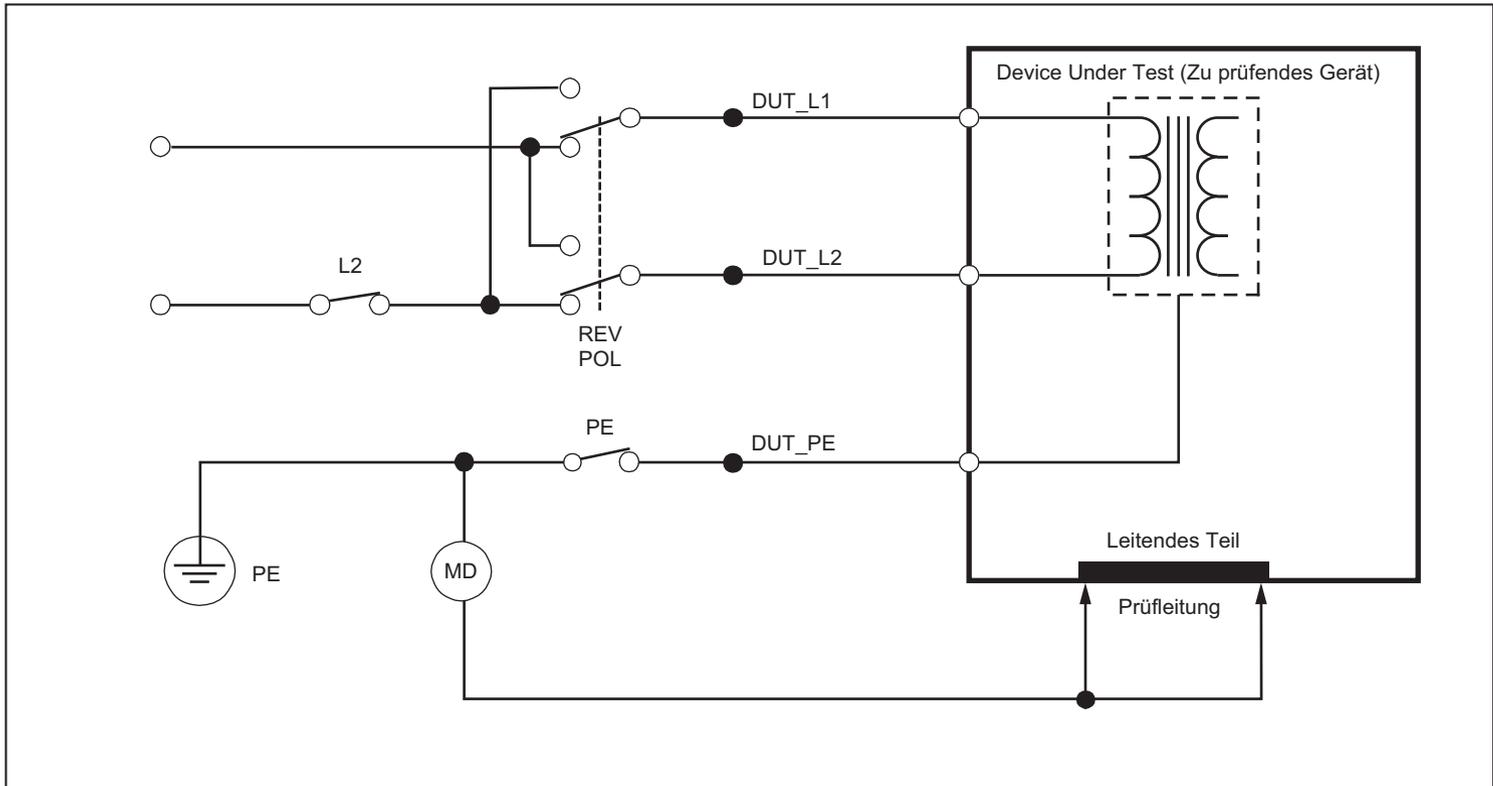
Zum Durchführen einer Direktgerät-Ableitstromprüfung  
  $\mu\text{A}$  drücken.

Bei der Direktgerät-Ableitstromprüfung handelt es sich die Standardprüfung. Sie sollte bereits ausgewählt sein.

In Abbildung 12 sind die elektrischen Verbindungen zwischen dem Tester und dem DUT während einer Direktgerät-Ableitstromprüfung dargestellt.

Bei der Durchführung dieses Tests gelten die folgenden Zustände:

- Normale Polarität, Erde geschlossen
- Normale Polarität, Erde offen
- Umgekehrte Polarität, Erde geschlossen
- Umgekehrte Polarität, Erde offen



hpl24.eps

Abbildung 12. Schaltbild Direktgerät-Ableitstromprüfung

## Durchführen von Punkt-Punkt-Messungen

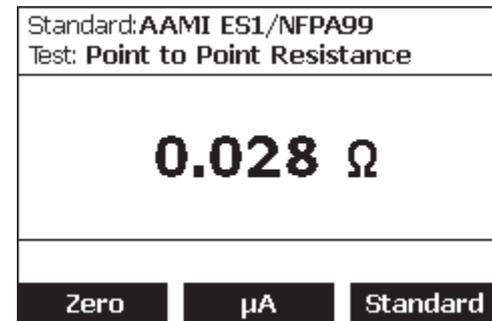
Der Tester kann Widerstands- und Schwachstrommessungen über die Punkt-Punkt-Funktion durchführen.  drücken, um das Punkt-Punkt-Menü aufzurufen. Mit den Softkeys F1 bis F3 lassen sich die Messfunktionen auswählen.

### Messen von Widerstand

Durchführen einer Widerstandsmessung:

1. Im Punkt-Punkt-Menü (Point to Point) den Softkey **Resistance** (Widerstand) drücken.
2. Die Prüfleitungen in die roten ( $\Omega/A$ ) und schwarzen Buchsen einstecken.
3. Widerstand des Nullleiters durch Kurzschließen der Leitungen miteinander und Drücken des Softkeys **Zero** (Null) messen.
4. Die Sonden über den unbekanntem Widerstand anlegen und den Messwert von der Anzeige des Testers ablesen.

Der Tester misst Widerstände bis 20.0  $\Omega$ . In Abbildung 13 ist ein Beispiel für eine Widerstandsprüfung dargestellt.



fis118.bmp

**Abbildung 13. Punkt-Punkt-Widerstandsprüfung**

### Messung von Ableitströmen

Der Tester kann Echteeffektivwertmessungen bis zu 2 mA durchführen. Durchführen einer Stromstärkemessung:

1. Im Punkt-Punkt-Menü (Point to Point) den Softkey **Leakage** (Ableitstrom) drücken.
2. Die Prüfleitungen in die roten ( $\Omega/A$ ) und schwarzen Buchsen einstecken.
3. Die Sonden an die zwei Punkte anlegen, zwischen denen der unbekannte Strom vermutlich fließt, und dann den Messwert von der Anzeige des Testers ablesen.

## Wartung und Pflege

Der Tester erfordert wenig Wartung bzw. spezielle Pflege. Das Gerät muss jedoch wie ein kalibriertes Messgerät behandelt werden. Fallenlassen bzw. mechanische Überbeanspruchung vermeiden, da dies zu einer Verschiebung der kalibrierten Einstellungen führen könnte.



### Warnung

**Zur Vermeidung von elektrischen Schlägen, Brand oder Verletzungen sind folgende Hinweise zu beachten:**

- **Netzkabel abziehen. Vor dem Öffnen des Sicherungskastens zwei Minuten warten, damit die Stromeinheiten sich entladen können.**
- **Die durchgebrannte Sicherung gegen eine neue Sicherung vom gleichen Typ austauschen, um den Schutz vor Lichtbögen aufrechtzuerhalten.**
- **Verwenden Sie das Produkt nicht, wenn Abdeckungen entfernt wurden oder das Gehäuse geöffnet ist. Anderenfalls kann es zum Kontakt mit gefährlichen Spannungen kommen.**
- **Vor dem Entfernen der Abdeckungen des Produkts das Netzkabel trennen.**
- **Trennen Sie vor der Reinigung des Produkts alle Eingangsleitungen vom Produkt.**
- **Nur die angegebenen Ersatzteile verwenden.**
- **Nur spezifizierte Ersatzsicherungen verwenden.**
- **Lassen Sie das Produkt nur von einem autorisierten Techniker reparieren.**

## Testen und Ersetzen der Sicherungen

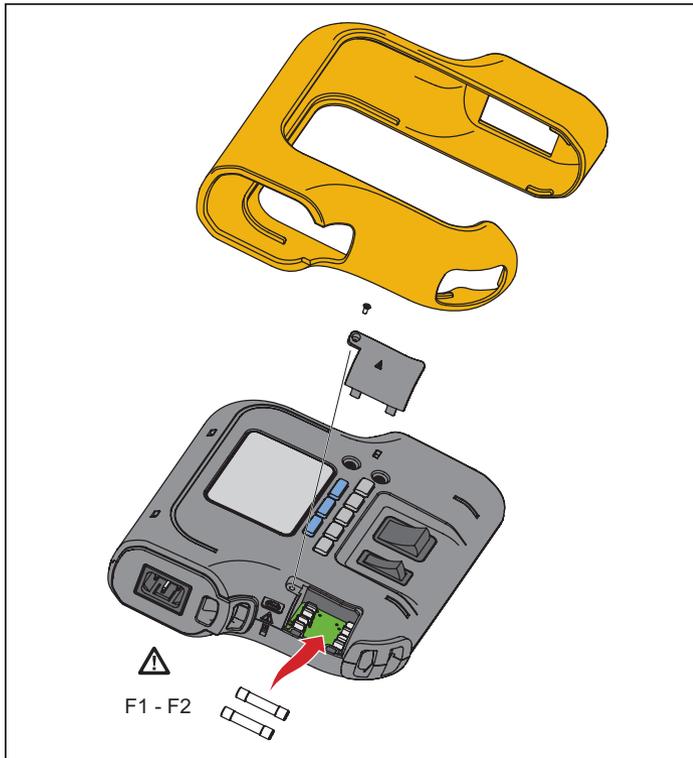
Zur elektrischen Absicherung des Geräteausgangs wird im Tester eine Sicherung für die spannungsführende Leitung (L1) eingesetzt und eine für den Nullleiter (L2).

Die Sicherungen werden folgendermaßen getestet (siehe Abbildung 14):

1. Die Halterung abnehmen.
2. Die Abdeckung der Sicherungen am Tester entfernen; dazu die Schraube, die die Abdeckung hält, mit einem Phillips Kopfschraubendreher Nr. 2 lösen und die Abdeckung vom Tester abheben.
3. Die Sicherungen aus dem Tester nehmen.
4. Mithilfe eines Multimeters die Kontinuität der Sicherungen messen.

Wenn eine oder beide Sicherungen keine Kontinuität zeigen, die Sicherung/en mit Sicherungen derselben Strom- und Spannungsklassifizierung ersetzen. Geeignete Sicherungswerte sind auf dem unteren Etikett des Testergehäuses angegeben. In Tabelle 6 sind die erhältlichen Sicherungen zusammen mit den Bestellnummern von Fluke Biomedical aufgeführt.

5. Die Abdeckung der Sicherungen wieder anbringen und mit der Schraube befestigen.



**Abbildung 14. Zugang Sicherungen**

## **Reinigung des Testers**

### **⚠⚠ Warnung**

Zur Vermeidung von Stromschlag den Tester nicht reinigen, wenn dieser am Netz oder an einem DUT angeschlossen ist.

### **⚠ Vorsicht**

Keine Flüssigkeiten auf dem Tester verschütten. Durchsickern einer Flüssigkeit zu den elektrischen Schaltkreisen kann dazu führen, dass der Tester versagt.

### **⚠ Vorsicht**

Keine Reinigungspräpariate am Tester verwenden. Reinigungsflüssigkeit könnte in den Tester gelangen und elektronische Komponenten beschädigen.

Den Tester von Zeit zu Zeit mit einem feuchten Tuch und mildem Reinigungsmittel reinigen. Sicherstellen, dass keine Flüssigkeiten in das Gerät eindringen.

Die Adapterkabel mit gleicher Sorgfalt abwischen. Die Kabel hinsichtlich Beschädigung und Verschleiß der Isolation untersuchen. Vor jedem Gebrauch die Verbindungen auf Unversehrtheit prüfen.

## **Auswechselbare Teile**

Tabelle 6 enthält die auswechselbaren Teile für den Tester.

**Tabelle 6. Auswechselbare Teile**

<b>Nr.</b>		<b>Fluke Biomedical Teilenummer</b>
ESA609 Sicherheitsdatenblatt		4370092
ESA609 Bedienungshandbuch-CD		4370089
Netzkabel	USA	2238680
	Großbritannien	2238596
	Australien	2238603
	Europa	2238615
	Frankreich/Belgien	2238615
	Thailand	2238644
	Israel	2434122
	Schweiz	3379149
Nullklemmen-Adapter		3326842
Tragekoffer		2248650
Trageschlaufe		4375466

**Tabelle 6. Auswechselbare Teile (Forts.)**

Nr.		Fluke Biomedical Teilenummer	
Sicherung	USA	⚠ T20 A 250 V Sicherung (Träge), 3,18 cm (1¼ Zoll) x 0,64 cm (¼ Zoll)	2183691
	Australien, Schweiz	⚠ T10 A 250 V Sicherung (Träge), 3,18 cm (1¼ Zoll) x 0,64 cm (¼ Zoll)	109298
	Europa, Großbritannien, Thailand, Frankreich/Belgien, Israel	⚠ T16A 250 V Sicherung (Träge), 6,3 mm x 32 mm	3321245
ESA USA/AUS/ISR Zubehörkit: Prüfleitungssatz TP1 Messsondensatz AC285 Krokodilklemmsatz		3111008	
ESA EUR Zubehörkit: Prüfleitungssatz TP74 Messsondensatz AC285 Krokodilklemmsatz		3111024	
⚠ Verwenden Sie ausschließlich exakt diese Ersatzsicherungen, um maximale Sicherheit zu gewährleisten.			

## **Zubehör**

Tabelle 7 enthält die für den Tester erhältlichen Zubehörartikel.

**Tabelle 7. Zubehör**

<b>Nr.</b>	<b>Fluke Biomedical Teilenummer</b>
Messleitungen mit einziehbarer Ummantelung	1903307
Erdstiftadapter	2392639
15 A – 20 A Adapter	2195732

## Technische Daten

### Temperatur

Betrieb .....	0 °C bis 50 °C (32 °F bis 122 °F)
Lagerung .....	-20 °C to 60 °C (-4 °F bis 140 °F)

**Feuchtigkeit**..... 10 % bis 90 %, nicht kondensierend

### Höhe

120 V AC Netzspannung .....	5000 m
230 V AC Netzspannung .....	2000 m

**Anzeige**..... LCD

**Betriebsarten**..... Manuell

### Stromversorgung

115-Volt-Steckdose .....	90 V AC eff. bis 132 V AC eff., 47 Hz bis 63 Hz, 20 A max.
230-Volt-Steckdose .....	180 V AC eff. bis 264 V AC eff., 47 Hz bis 63 Hz, 16 A max.
Netzeingang .....	115 V 20 A - 2,6 kVA und 230 V bei 16 A - 4,2 kVA

**Gewicht**..... 0.7 kg (1.5 lb)

**Maße**..... 22,9 cm x 17,8 cm x 6,4 cm (9 Zoll x 7 Zoll x 2,5 Zoll)

**Sicherheit** ..... IEC 61010-1: Überspannungskategorie II, Messkreiskategorie 300 V CAT II, Verschmutzungsgrad 2

**Elektromagnetische Umgebung**..... IEC 61326-1: tragbar

**Einstufung nach Emissionsklasse** ..... IEC CISPR 11: Gruppe 1, Klasse A.

Group 1: verfügt über absichtlich erzeugte und/oder nutzt über Leiter eingekoppelte Hochfrequenzenergie, die für die internen Funktionen des Geräts selbst notwendig ist Klasse A: Gerät ist geeignet für die Anwendung außerhalb von Wohnbereichen und/oder direkt angeschlossen an ein Niederspannungs-Stromversorgungsnetz.

**EMV (elektromagnetische Verträglichkeit)**..... Gilt nur für den Gebrauch in Korea. Gerät der Klasse A (Industrielle Rundfunk- und Kommunikationsgeräte) <sup>[1]</sup>

[1] Dieses Produkt erfüllt die Anforderungen an mit elektromagnetischen Wellen arbeitende Geräte für industrielle Umgebungen (Klasse A). Dies ist vom Verkäufer oder Anwender zu beachten. Dieses Gerät ist für den Betrieb in gewerblichen Umgebungen ausgelegt und darf nicht in Wohnumgebungen verwendet werden.

**Zulassungen**..... CE, CSA, RCM Australien

## **Ausführliche Spezifikationen**

Prüfstandard-Auswahl ..... ANSI/AAMI ES-1/NFPA99, IEC 62353 und IEC 60601-1

### **Messung der Netzspannung**

Bereich..... 90,0 V AC eff. bis 264,0 V AC eff.

Genauigkeit.....  $\pm(2\% \text{ des Anzeigewerts} + 0,2 \text{ V})$

### **Erdungswiderstand**

Modi ..... Zwei Leitungen

Prüfstrom .....  $>200 \text{ mA DC}$

Bereich.....  $0,000 \Omega \text{ bis } 20,000 \Omega$

Genauigkeit.....  $\pm(1\% \text{ von Messwert} + 0.010 \Omega)$

### **Gerätetrom**

Bereich.....  $0,0 \text{ A AC eff. bis } 20,0 \text{ A AC eff.}$

Genauigkeit.....  $\pm(5\% \text{ des Anzeigewerts} + (2 \text{ Zählwerte oder } 0,2 \text{ A, es gilt der jeweils höhere Wert}))$

Tastgrad .....  $15 \text{ A bis } 20 \text{ A, } 5 \text{ min Ein/5 min Aus}$   
 $10 \text{ A bis } 15 \text{ A, } 7 \text{ min. ein/3 min. aus}$   
 $0 \text{ bis } 10 \text{ A, kontinuierlich}$

### **Ableitstrom**

Modi ..... Echteffektivwert

Patientenbelastungseinstellung..... AAMI ES1-1993 Abb. 1  
IEC 60601: Abb. 15

Spitzenfaktor .....  $\leq 3$

Bereiche.....  $0,0 \mu\text{A bis } 1999,9 \mu\text{A}$

Genauigkeit

DC bis kHz.....  $\pm(1\% \text{ des Anzeigewerts} + (1 \mu\text{A, es gilt der jeweils höhere Wert}))$

1 kHz bis 100 kHz.....  $\pm(2,5\% \text{ des Anzeigewerts} + (1 \mu\text{A, es gilt der jeweils höhere Wert}))$

100 kHz bis 1 MHz.....  $\pm(5\% \text{ des Anzeigewerts} + (1 \mu\text{A, es gilt der jeweils höhere Wert}))$