

SMFT-1000

Multifunction PV Analyzer

Bedienungshandbuch

BEGRENZTE GEWÄHRLEISTUNG UND HAFTUNGSBESCHRÄNKUNG

Fluke gewährleistet, daß jedes Fluke-Produkt unter normalem Gebrauch und Service frei von Material- und Fertigungsdefekten ist. Die Garantiedauer beträgt 3 Jahre ab Versanddatum. Die Garantiedauer für Teile, Produktreparaturen und Service beträgt 90 Tage. Diese Garantie wird ausschließlich dem Ersterwerber bzw. dem Endverbraucher geleistet, der das betreffende Produkt von einer von Fluke autorisierten Verkaufsstelle erworben hat, und erstreckt sich nicht auf Sicherungen, Einwegbatterien oder andere Produkte, die nach dem Ermessen von Fluke unsachgemäß verwendet, verändert, verschmutzt, vernachlässigt, durch Unfälle beschädigt oder abnormalen Betriebsbedingungen oder einer unsachgemäßen Handhabung ausgesetzt wurden. Fluke garantiert für einen Zeitraum von 90 Tagen, daß die Software im wesentlichen in Übereinstimmung mit den einschlägigen Funktionsbeschreibungen funktioniert und daß diese Software auf fehlerfreien Datenträgern gespeichert wurde. Fluke übernimmt jedoch keine Garantie dafür, daß die Software fehlerfrei ist und störungsfrei arbeitet.

Von Fluke autorisierte Verkaufsstellen werden diese Garantie ausschließlich für neue und nicht benutzte, an Endverbraucher verkaufte Produkte leisten. Die Verkaufsstellen sind jedoch nicht dazu berechtigt, diese Garantie im Namen von Fluke zu verlängern, auszudehnen oder in irgendeiner anderen Weise abzuändern. Der Erwerber hat nur dann das Recht, aus der Garantie abgeleitete Unterstützungsleistungen in Anspruch zu nehmen, wenn er das Produkt bei einer von Fluke autorisierten Vertriebsstelle gekauft oder den jeweils geltenden internationalen Preis gezahlt hat. Fluke behält sich das Recht vor, dem Erwerber Einfuhrgebühren für Ersatzteile in Rechnung zu stellen, wenn dieser das Produkt in einem anderen Land zur Reparatur anbietet, als dem Land, in dem er das Produkt ursprünglich erworben hat.

Flukes Garantieverpflichtung beschränkt sich darauf, daß Fluke nach eigenem Ermessen den Kaufpreis ersetzt oder aber das defekte Produkt unentgeltlich repariert oder austauscht, wenn dieses Produkt innerhalb der Garantiefrist einem von Fluke autorisierten Servicezentrum zur Reparatur übergeben wird.

Um die Garantieleistung in Anspruch zu nehmen, wenden Sie sich bitte an das nächstgelegene und von Fluke autorisierte Servicezentrum, um Rücknahmeinformationen zu erhalten, und senden Sie dann das Produkt mit einer Beschreibung des Problems und unter Vorauszahlung von Fracht- und Versicherungskosten (FOB Bestimmungsort) an das nächstgelegene und von Fluke autorisierte Servicezentrum. Fluke übernimmt keine Haftung für Transportschäden. Im Anschluß an die Reparatur wird das Produkt unter Vorauszahlung von Frachtkosten (FOB Bestimmungsort) an den Erwerber zurückgesandt. Wenn Fluke jedoch feststellt, daß der Defekt auf Vernachlässigung, unsachgemäße Handhabung, Verschmutzung, Veränderungen am Gerät, einen Unfall oder auf anormale Betriebsbedingungen, einschließlich durch außerhalb der für das Produkt spezifizierten Belastbarkeit verursachten Überspannungsfehlern, zurückzuführen ist, wird Fluke dem Erwerber einen Voranschlag der Reparaturkosten zukommen lassen und erst die Zustimmung des Erwerbers einholen, bevor die Arbeiten begonnen werden. Nach der Reparatur wird das Produkt unter Vorauszahlung der Frachtkosten an den Erwerber zurückgeschickt, und es werden dem Erwerber die Reparaturkosten und die Versandkosten (FOB Versandort) in Rechnung gestellt.

DIE VORSTEHENDEN GARANTIEBESTIMMUNGEN STELLEN DEN EINZIGEN UND ALLEINIGEN RECHTSANSPRUCH AUF SCHADENERSATZ DES ERWERBERS DAR UND GELTEN AUSSCHLIESSLICH UND AN STELLE VON ALLEN ANDEREN VERTRAGLICHEN ODER GESETZLICHEN GEWÄHRLEISTUNGSPFLICHTEN, EINSCHLIESSLICH - JEDOCH NICHT DARAUF BESCHRÄNKT - DER GESETZLICHEN GEWÄHRLEISTUNG DER MARKTFÄHIGKEIT, DER GEBRAUCHSEIGNUNG UND DER ZWECKDIENLICHKEIT FÜR EINEN BESTIMMTEN EINSATZ. FLUKE HAFTET NICHT FÜR SPEZIELLE, UNMITTELBARE, MITTELBARE, BEGLEIT- ODER FOLGESCHÄDEN ODER VERLUSTE, EINSCHLIESSLICH VERLUST VON DATEN, UNABHÄNGIG VON DER URSACHE ODER THEORIE.

Angesichts der Tatsache, daß in einigen Ländern die Begrenzung einer gesetzlichen Gewährleistung sowie der Ausschluß oder die Begrenzung von Begleit- oder Folgeschäden nicht zulässig ist, kann es sein, daß die obengenannten Einschränkungen und Ausschlüsse nicht für jeden Erwerber gelten. 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 irgendeiner anderen Klausel dieser Garantiebestimmungen von einem solchen Spruch unberührt.

Fluke Corporation
P.O. Box 9090
Everett, WA 98206-9090
U.S.A.

Inhaltsverzeichnis

Titel	Seite
Einführung	1
Kontaktaufnahme mit Fluke	2
Sicherheitsinformationen	2
Spezifikationen	2
Vor der Inbetriebnahme	7
Inhalt des Kits	7
Zubehör	8
Verwenden des Drehschalters	9
Tasten	10
Info-Taste	11
Anzeige	11
Anschlüsse/Messleitungen	12
Fehlermeldungen	13
Nullpunktkompensation der Messleitungen	14
Prüfungseinrichtung	15
Koppeln des PV-Analysators mit dem Einstrahlungsmessgerät	15
Prüfungen Kategorie 1 gemäß IEC 62446-1	16
Sichtprüfung	16
Durchgang von Schutzerdungs- und Potentialausgleichsleitern	17
Grenzwerte festlegen	17
Widerstandsprüfung (R_{LO})	18
Widerstand von Erdungs- und Potentialausgleichsleitern	18
Blitzschutzleitungen	18
Erdungssystem	19
Polaritätsprüfung	19
PV-Strang-Anschlusskasten	19
PV-Strang	20
Spannungs-/Stromprüfung (V_{OC}/I_{SC})	21
Auswählen des PV-Modells	22
Kopplung nur mit dem Einstrahlungsmessgerät	22
V_{OC}/I_{SC} -Schnellmessung	23
V_{OC} /Betriebsstrommessung	23

AC/DC-Leistungs- und Funktionsprüfungen.....	24
Einphasen-Wechselrichterleistungsprüfung.....	24
Dreiphasen-Wechselrichterleistungsprüfung.....	25
Wechsel-/Gleichspannungsmessung	26
Wechsel-/Gleichstrommessung	26
Funktionsprüfungen	27
Isolationswiderstandsprüfung (R_{INS}).....	28
Prüfmethode 1 („Keep the Leads“).....	28
Prüfmethode 2 (Standardvorgabe).....	29
Kontinuierliche Messung	30
Prüfung des Nassisolationswiderstands	31
I-U-Kennlinienprüfung	32
Zusätzliche Prüfungen.....	33
Überbrückungsdiodenprüfung.....	33
Sperrdiodenprüfung.....	35
Kontinuierliche Diodenprüfung	36
Prüfung der Überspannungsschutzvorrichtung (SPD).....	38
Automatischer Prüfablauf	39
Menü.....	40
Herunterladen von Testergebnissen.....	40
Herunterladen der PV-Modell-Daten.....	41
Wartung	41
Austauschen der Sicherung.....	42
Austauschen der Batterien.....	43
Entsorgung des Produkts	44

Einführung

Der Fluke SMFT-1000 Multifunction PV Analyzer (der PV-Analysator oder das Produkt) ist ein batteriebetriebener Analysator für Installationsprüfungen und regelmäßige Inspektionen von netzgekoppelten Photovoltaik-(PV-)Anlagen. In [Tabelle 1](#) sind die Hauptfunktionen angegeben.

Tabelle 1. Funktionen

Funktion	Beinhaltet
Prüfverfahren Kategorie 1	Checkliste Sichtprüfung
	Schutzleiter-Widerstandsmessung (R_{LO}) mit einem Prüfstrom ≥ 200 mA (bei 2Ω)
	Polaritätsprüfung mit automatischer Anzeige der Spannungspolarität und akustischer/visueller Warnung bei falscher Polarität
	Leerlaufspannungsmessung (V_{OC}) am PV-Modell/PV-Strang mit bis zu 1000 V dc
	Kurzschlussstrommessung (I_{SC}) am PV-Modell/PV-Strang mit bis zu 20 A dc
	Isolationswiderstandsmessung (R_{INS}) mit einer Prüfspannung von 50 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V
	Sperrdiodenmessung (V_{BD}) mit Methode 1 und Methode 2 (IEC 62446-1)
	Messung der Überbrückungsdiode des Solarmoduls bei Abdeckung oder Dunkelheit
	Überspannungsschutzvorrichtung (SPD)
Funktionsprüfung	Leistungsmessungen auf der dc- und ac-Seite zur Überprüfung der Effizienz
	DC/AC-Spannungsmessung
	DC/AC-Strommessung mit Stromzangenadapter i100
	Checkliste Funktionsprüfung
Prüfverfahren Kategorie 2	Solarmodul-Strang I-U-Kennlinienmessung mit I-U-Kennlinienverfolgung und zugehöriger Software für Analyse, Berichterstellung und Zertifizierung, enthält I-U-Kennlinienanalyse- und Berichtsfunktionen
Langzeitüberwachung von Isolationsfehlern (indirekte Nassisolationsprüfung) und periodische 24-Stunden-Messung von R_{INS} (einstellbarer Zeitraum)	
Computersoftware – Testergebnisse herunterladen, hochladen, überprüfen, analysieren und ausdrucken	
Kommunikation mit Remote-Sensor (Sonneneinstrahlung, Neigung, Temperatur)	
Kommunikation mit Computer	

Kontaktaufnahme mit Fluke

Fluke Corporation ist weltweit tätig. Lokale Kontaktinformationen finden Sie auf unserer Website: www.fluke.com

Um Ihr Produkt zu registrieren oder die aktuellen Handbücher oder Ergänzungen anzuzeigen, zu drucken oder herunterzuladen, besuchen Sie unsere Website: www.fluke.com/productinfo

Fluke Corporation	Fluke Europe B.V.
P.O. Box 9090	P.O. Box 1186
Everett, WA 98206-9090	5602 BD Eindhoven
U.S.A.	Niederlande
+1-425-446-5500 fluke-info@fluke.com	

Sicherheitsinformationen

Allgemeine Hinweise zum sicheren Umgang mit dem Produkt finden Sie in der mit dem Produkt gelieferten Druckschrift und auf www.fluke.com/productinfo. Gegebenenfalls sind gerätespezifische Sicherheitsinformationen aufgeführt.

Der Hinweis **Warnung** weist auf Bedingungen und Vorgehensweisen hin, die für den Benutzer gefährlich sind. **Vorsicht** kennzeichnet Situationen und Aktivitäten, durch die das Produkt oder die zu prüfende Ausrüstung beschädigt werden können.

Spezifikationen

Maximale Spannung zwischen einem beliebigen Anschluss und Schutzerde	1000 V dc
Maximale Differenzspannung zwischen roten und blauen Anschlüssen	700 V ac
Abmessungen (L x B x H)	10,0 cm x 25,0 cm x 12,5 cm
Gewicht mit Batterien	1,4 kg
Batterien	6 x AA Alkali-Batterie IEC LR6
Batterielebensdauer	bis zu 1000 Messungen
Sicherung	F2: FF 630 mA, 1000 V, IR 30 kA 6,3 mm x 32 mm F1: gPV dc 1000 V, 20 A, IR 30 kA (L/R = 2 ms), 10 mm x 38 mm
Temperatur	
Betrieb	0 °C bis 50 °C
Lagerung	-30 °C bis 60 °C Batterien entfernt
Relative Feuchte	bis zu 80 %
Höhe über NN	
Betrieb	2000 m
Lagerung	12 000 m

Schwingungen MIL-PRF-28800F: Klasse 2

Schutzart IEC 60529: IP40

PC-Schnittstelle IR (seriell) und Bluetooth

Kompatibilität Drahtlosverbindungen.... IRR2-BT

Genauigkeit

Die Genauigkeitsspezifikation ist definiert als \pm (% Messwert + Ziffernwert) bei Referenzbedingungen von 23 °C \pm 5 °C, \leq 80 % rel. Feuchte. Genauigkeitsspezifikation für 0 °C bis 18 °C und 28 °C bis 50 °C: 0,1 x (Genauigkeitsspezifikation) für jedes °C.

Schutzleiterwiderstand R_{LO}

Anzeigebereich	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
0,00 Ω bis 19,99 Ω	0,20 Ω bis 19,99 Ω	0,01 Ω	\pm (2 % + 2 Zählwerte)
20,0 Ω bis 199,9 Ω	20,0 Ω bis 199,9 Ω	0,1 Ω	\pm (2 % + 2 Zählwerte)
200 Ω bis 2000 Ω	200 Ω bis 2000 Ω	1 Ω	\pm (5 % + 2 Zählwerte)
Prüfstrom	\geq 200 mA (\leq 2 Ω + R_{COMP}) ^[1]		
Prüfspannung	4 V _{DC} bis 10 V _{DC}		
Umgekehrte Polarität	Ja		
Nullabgleich der Messleitung (Rcomp)	Bis zu 3 Ω		
Erkennung stromführender Schaltungen	Sperrt Messfunktion, wenn vor Beginn der Messung eine Spannung >50 V ac/dc (typisch) an den Messanschlüssen erkannt wird.		
[1] Mit einem frischen Satz Batterien können mehr als 1000 Durchgangsmessungen mit 200 mA bei 0,1 Ω durchgeführt werden.			

PV-Modell/PV-Strang, Leerlaufspannung, (V_{OC})

Anzeigebereich	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
0,0 V bis 99,9 V	5,0 V bis 99,9 V	0,1 V	\pm (0,5 % + 2 Zählwerte)
100 V bis 1000 V	100 V bis 1000 V	1 V	
Polaritätsprüfung	Ja		
Erkennung stromführender Schaltungen	Sperrt Messfunktion, wenn vor Beginn der Messung eine Spannung an den Messanschlüssen >5 V Wechselspannung erkannt wird.		

PV-Modell/PV-Strang, Kurzschlussstrom, (I_{S/C})

Anzeigebereich	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
0,0 A bis 20,0 A	0,2 A bis 20,0 A	0,1 A	\pm (1 % + 2 Zählwerte)
Erkennung stromführender Schaltungen	Sperrt Messfunktion, wenn vor Beginn der Messung eine Spannung >5 V Wechselspannung (typisch) an den Messanschlüssen erkannt wird.		

Isolationswiderstand R_{INS}

Anzeigebereich	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
0,00 M Ω bis 99,99 M Ω	0,20 M Ω bis 99,99 M Ω	0,01 M Ω	\pm (5 % + 5 Zählwerte)
100,0 M Ω bis 199,9 M Ω	100,0 M Ω bis 199,9 M Ω	0,1 M Ω	\pm (10 % + 5 Zählwerte)
200 M Ω bis 999 M Ω	200 M Ω bis 999 M Ω	1 M Ω	\pm (20 % + 5 Zählwerte)
Prüfspannung bei lastfreiem Betrieb	50 V/100 V/250 V bis 199,9 M Ω	1 V	0 % bis +25 %
	500 V/1000 V bis 999 M Ω		
Prüfstrom	Min. 1 mA (bei 250 k Ω /500 k Ω /1 M Ω)		
	Max. 1,5 mA (Kurzschluss)		
Erkennung stromführender Schaltungen	Sperrt Messfunktion, wenn vor Beginn der Messung eine Spannung >15 V ac (typisch) an den Messanschlüssen erkannt wird.		
Maximale kapazitive Last	Betriebsfähig mit bis zu 2 μ F bei 1 M Ω		
<i>Hinweis</i>			
<i>Mit einem frischen Satz Batterien können mehr als 900 Isolationsprüfungen bei 1000 V/1 MΩ durchgeführt werden.</i>			

Sperrdiodenprüfung (V_{BD})

Anzeigebereich	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
0,00 V dc bis 6,00 V dc	0,50 V dc bis 6,00 V dc	0,01 V dc	\pm (5 % + 10 Zählwerte)
Erkennung stromführender Schaltungen	Sperrt Messfunktion, wenn vor Beginn der Messung eine Spannung >50 V ac/dc (typisch) an den Messanschlüssen erkannt wird.		

Überspannungsschutzvorrichtungen (SPD)

Anzeigebereich	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
0 V dc bis 1000 V dc	50 V dc bis 1000 V dc	1 V dc	\pm (10 % + 5 Zählwerte)
Erkennung stromführender Schaltungen	Sperrt Messfunktion, wenn vor Beginn der Messung eine Spannung >50 V ac/dc (typisch) an den Messanschlüssen erkannt wird.		

Echtheffektivwertmessungen V AC, V DC, A AC, A DC

Mit dem PV-Analysator können sowohl Wechselstrom- als auch Gleichstromsignalkomponenten (Spannung oder Stromstärke) gemessen werden. Der ac+dc-Wert (eff.) kann kombiniert angezeigt werden. Die Anzeige des Wechselstrom- bzw. Gleichstromanteils hängt davon ab, ob ein Nulldurchgang des Signals vorliegt.

AC/DC-Spannungsmessung mit 4-mm-Prüfbuchsen

Anzeigebereich	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit (DC, AC 50 Hz/60 Hz)
0,0 V ac bis 99,9 V ac	5,0 V ac bis 99,9 V ac	0,1 V	\pm (2,5 % + 2 Zählwerte)
100 V ac bis 700 V ac	100 V ac bis 700 V ac	1 V	
0,0 V dc bis 99,9 V dc	5,0 V dc bis 99,9 V dc	0,1 V	
100 V dc bis 1000 V dc	100 V dc bis 1000 V dc	1 V	
Erkennung ac/dc	Ja (automatisch)		
Prüfung positive/negative Polarität	Ja		

AC/DC-Strommessung mit Stromzange i100

Anzeigebereich	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit (DC, AC 50 Hz/60 Hz)
0,0 A dc bis 100 A dc	1,0 A dc bis 100 A dc	0,1 A	± (5 % + 2 Zählwerte) ^[1]
0,0 A ac bis 100 A ac echteffektiv	1,0 A ac bis 100 A ac echteffektiv		
[1] Die Toleranz der Stromzange i100 ist nicht eingeschlossen. Weitere Informationen sind unter Stromzange i100 Toleranzen zu finden.			

Stromzange i100 Toleranzen

Messbereich	Ausgangssignal	Genauigkeit (DC, AC 50 Hz/60 Hz)	Maximale Hysterese
1 A bis 100 A dc oder ac <1 kHz	10 mV/A ac/dc	± (1,5 % + 0,5 A)	±0,4 A

AC/DC-Leistungsmessung (mit Stromzange i100)

Anzeigebereich	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit (DC, AC 50 Hz/60 Hz)
0,0 V ac bis 700 V ac	5,0 V ac bis 700 V ac	0,1 V	± (2,5 % + 2 Zählwerte)
0,0 V dc bis 1000 V dc	5,0 V dc bis 1000 V dc		
0,0 A ac/dc bis 100 A ac/dc	1,0 A ac/dc bis 100 A ac/dc	0,1 A	± (5 % + 6 Zählwerte)
0 W/VA bis 100 kW/kVA	5 W/VA bis 100 kW/kVA	1 W/VA, 1 kW/kVA	± (7,5 % VI + 0,6 V + 0,2 I)

Sicherheit

SMFT-1000	IEC 61010-1 Verschmutzungsgrad 2 IEC 61010-2-034 CAT III 1000 V dc, CAT III 700 V ac
Stromzange i100.....	IEC 61010-2-032, Typ D (für isolierte Leiter), 1000 V
Zubehör.....	IEC 61010-031
TL1000-MC4.....	CAT III 1500 V, 20 A
Tastkopf mit Auslösetaste TP1000	
mit Kappe	CAT IV 600 V, CAT III 1000 V, 10 A
ohne Kappe	CAT II 1000 V, 10 A
Messleitungen TL1000.....	CAT III 1000 V, 10 A
Messleitung TL1000/30M	CAT III 1000 V, CAT IV 600 V, 5 A (auf Rolle), 10 A (abgewickelt)
Messspitzen TP74	
mit Kappe	CAT IV 600 V, CAT III 1000 V, 10 A
ohne Kappe	CAT II 1000 V, 10 A
Krokodilklemmen AC285	CAT III 1000 V, 10 A

Leistung IEC 61557-1, IEC 61557-2, IEC 61557-4, IEC 61557-10

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

International IEC 61326-1: Tragbare elektromagnetische Umgebung
CISPR 11: Gruppe 1, Klasse A

Gruppe 1: Das Gerät verfügt bestimmungsgemäß über leitend gekoppelte Hochfrequenzenergie. Dies ist für die interne Funktion des Geräts erforderlich.

Klasse A: Das Gerät eignet sich für die Verwendung in allen Einrichtungen, die nicht zu Wohnzwecken genutzt werden und die nicht direkt an ein Niederspannungsnetz angeschlossen sind, das Gebäude versorgt, die zu Wohnzwecken genutzt werden. In anderen Umgebungen kann es aufgrund von leitungsgebundenen und abgestrahlten Störungen zu Schwierigkeiten bei der Gewährleistung der elektromagnetischen Verträglichkeit kommen.

Vorsicht: Dieses Gerät ist nicht für die Verwendung in Wohngebieten vorgesehen und bietet möglicherweise keinen ausreichenden Schutz für den Rundfunkempfang in solchen Umgebungen.

Korea (KCC) Geräte der Klasse A (Industrielle Rundfunk- und Kommunikationsgeräte)

Klasse A: Das Gerät erfüllt die Anforderungen für industrielle Geräte, die mit elektromagnetischen Wellen arbeiten, und der Verkäufer oder Benutzer sollte dies zur Kenntnis nehmen. Dieses Gerät ist für den Betrieb in gewerblichen Umgebungen ausgelegt und darf nicht in Wohnumgebungen verwendet werden.

USA (FCC)..... 47 CFR 15 Absatz B

Intendierte Strahlung: Das Gerät entspricht Abschnitt 15 der FCC-Vorschrift. Der Betrieb unterliegt den folgenden zwei Bedingungen: (1) Dieses Gerät darf keine schädlichen Interferenzen verursachen, und (2) dieses Gerät muss empfangene Interferenzen aufnehmen können, einschließlich Interferenzen, die eventuell unerwünschten Betrieb verursachen. (15.19). Nicht von Fluke genehmigte Änderungen oder Modifikationen können zum Verlust der Betriebszulassung des Geräts führen. (15.21)

Funkmodul

Frequenzbereich..... 2,402 GHz bis 2,480 GHz

Ausgangsleistung 8 dBm

VEREINFACHTE EU-KONFORMITÄTSERKLÄRUNG

Hiermit erklärt Fluke, dass die Ausstattung zur Datenübertragung per Funk in diesem Produkt der Richtlinie 2014/53/EU entspricht. Der vollständige Text der EU-Erklärung kann unter folgender Internetadresse eingesehen werden: <http://www.fluke.com/red>.

Vor der Inbetriebnahme

Dieser Abschnitt enthält allgemeine Informationen über den Inhalt des Kits und darüber, wie Sie sich mit den Bedienelementen und der Anzeige des PV-Analysators vertraut machen können.

Inhalt des Kits

Tabelle 2 enthält eine Liste der im Kit enthaltenen Artikel.

Tabelle 2. Inhalt des Kits



Artikel	Beschreibung
1	Professioneller Werkzeugrucksack FlukePack30
2	Multifunktionaler PV-Analysator SMFT-1000
3	Einstrahlungsmessgerät mit drahtloser Datenübertragung IRR2-BT
4	AC/DC-Stromzange i100 100 A

Tabelle 2. Inhalt des Kits (Forts.)

Artikel	Beschreibung
5	Solarmodul-Montagehalterung MB1-IRR (für Einstrahlungsmessgerät)
6	Nullpunktadapter
7	Externer Temperaturfühler 80PR-IRR
8	Magnetischer Haltesatz TPAK
9	Trageriemen (für SMFT-1000)
10	Tragetasche (für Einstrahlungsmessgerät)
11	Messspitze mit Fernauslösetaste TP1000
12	Messleitungssatz TL1000-MC4 (Stecker und Buchse)
13	Kupplungssatz
14	Sicherungssatz
15	Messleitung auf Rolle TL1000/30M 30 m
16	Messleitungssatz TL1000-KIT
17	IR-Adapterkabel optisch auf USB
Nicht abgebildet	6 x AA Alkali IEC LR6 (für SMFT-1000, nicht eingesetzt) 4 x AA Alkali IEC LR6 (für IRR2-BT, nicht eingesetzt) 2 x AA Alkali IEC LR6 (für i100, nicht eingesetzt)

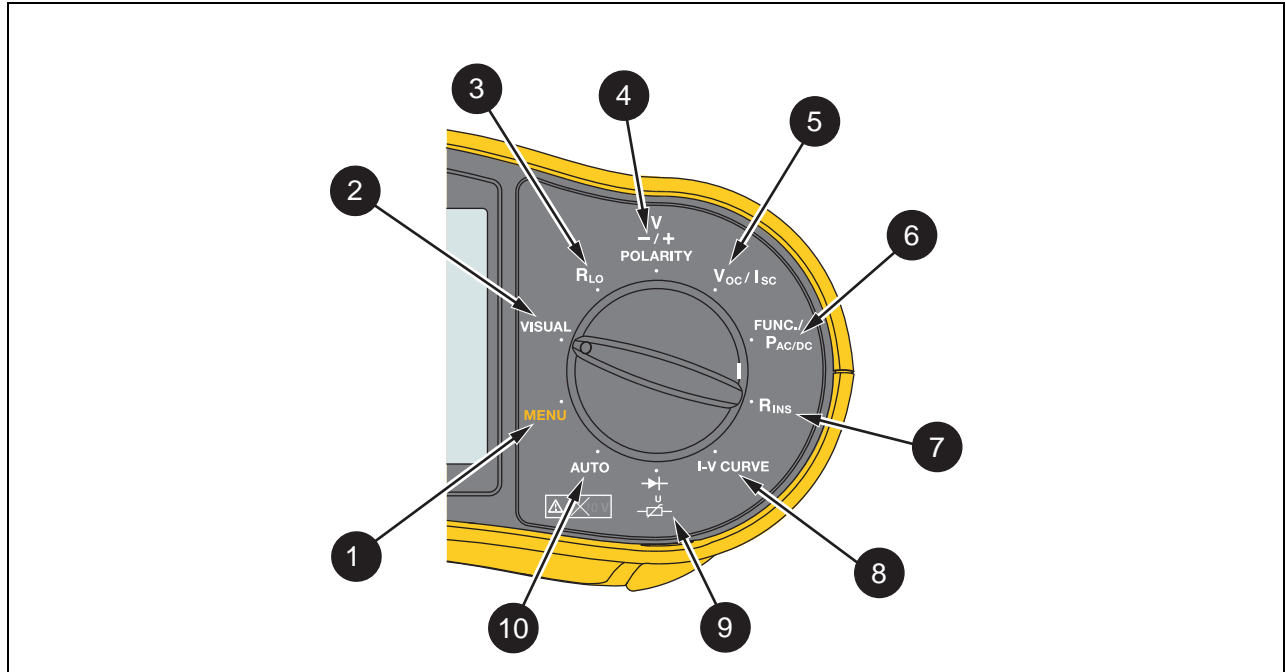
Zubehör



Die aktuellsten Informationen zu Zubehör finden Sie auf www.fluke.com.

Verwenden des Drehschalters

Mithilfe des Drehschalters die Prüffart auswählen. Siehe [Tabelle 3](#).

Tabelle 3. Drehschalter

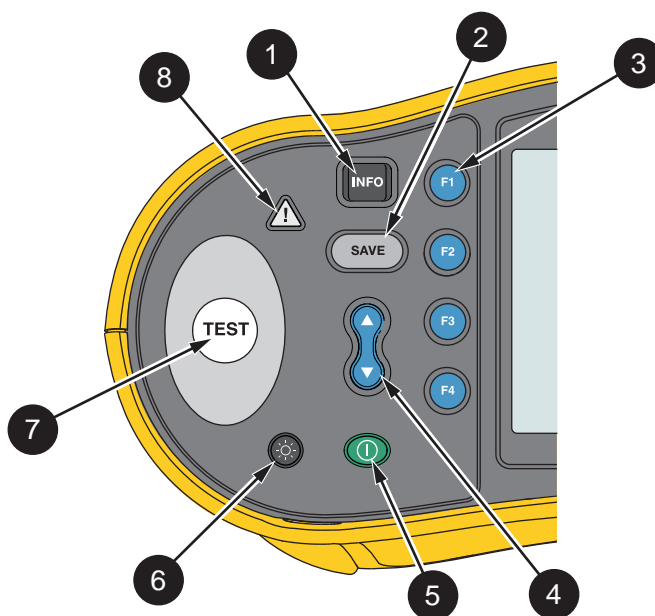


Artikel	Position	Beschreibung
1	MENU	Speicher für gespeicherte Messungen, Geräteeinstellungen und Hilfe-Informationen
2	VISUAL	Checkliste für Vorinspektionsprüfungen
3	R_{Lo}	Durchgang von Potentialausgleichsleitern und Blitzschutzleitungen
4	V -/+ POLARITY	Polaritätsprüfung
5	V_{OC}/I_{SC}	Leerlaufspannung/Leerlaufstrom
6	FUNC./ P_{AC/DC}	Leistung, Spannung, Strom und funktionale Checkliste
7	R_{INS}	Isolationswiderstand
8	I-V CURVE	Diagramm der V_{OC} -Prüfungen für die maximale Spannung und I_{SC} -Prüfungen für den maximalen Strom, den ein Solarmodul unter Standardprüfbedingungen erzeugt
9	 	Sperr-/Überbrückungsdiode und Überspannungsschutzvorrichtung (SPD)
10	AUTO	Automatisierte Prüfsequenz

Tasten




Mit den Tasten wird der PV-Analysator gesteuert, Testergebnisse werden zur Ansicht ausgewählt, und es kann durch ausgewählte Testergebnisse geblättert werden. Siehe [Tabelle 4](#).

Tabelle 4. Drucktasten



Artikel	Taste	Beschreibung
1	INFO	Zeigt Abbildungen und Anweisungen für die Einrichtung und die Prüffunktion je nach Drehschalterstellung.
2	SAVE	Speichern
3	F1 F2 F3 F4	Funktionsauswahl
4	↕	Mit der Auf/Ab-Taste die Funktionen in der Anzeige auswählen. Weitere Informationen sind in den spezifischen Prüfanleitungen zu finden.
5	⏻	Stromversorgung Ein/Aus
6	☀️	Hintergrundbeleuchtung Ein/Aus und Helligkeit. Kontinuierlich ☀️ drücken, um die Intensitätsstufen zu durchlaufen.
7	TEST	Die ausgewählte Prüfung starten
8	⚠️	Spannungswarnung

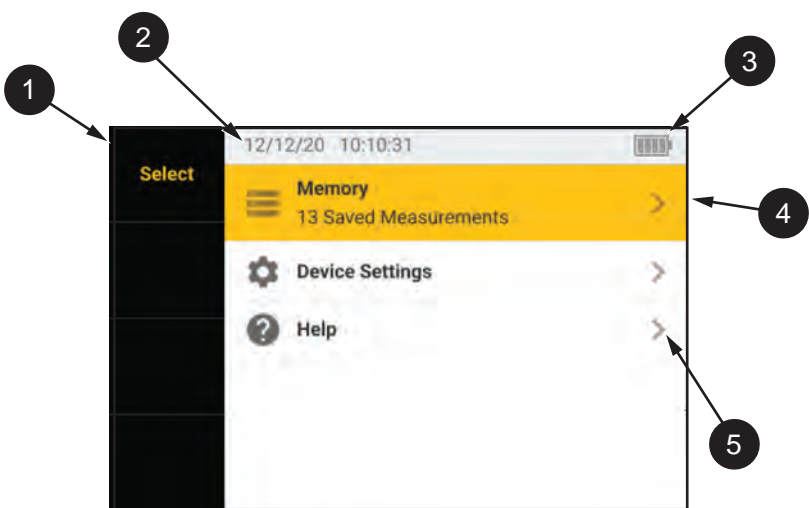
Info-Taste








Durch Drücken der INFO-Taste  können Informationen über die Verwendung der einzelnen Funktionen des PV-Analysators angezeigt werden. Wenn der Drehschalter auf eine Funktion zeigt,  drücken, um Anschlussdiagramme und Hinweise zur Prüffunktion anzuzeigen. Wenn auf der rechten Seite der Anzeige eine Bildlaufleiste angezeigt wird,  drücken, um weitere Informationen über die Prüffunktion anzuzeigen.

Anzeige

Tabelle 5 zeigt ein Beispiel für die Anzeige und die Komponenten.

Tabelle 5. Anzeige



Element	Komponente	Beschreibung
①	Navigation	Anzeige der Optionen für    
②	Datum/Uhrzeit-Angabe	Datum und Uhrzeit.
③	Batteriestatus	Zeigt den Batteriestatus an.
④	Menü	Die ausgewählte Funktion ist markiert. Mit  kann die Auswahl geändert werden.  drücken, um die Optionen für die Auswahl zu öffnen.
⑤	Menüoptionen	Zeigt die verfügbaren Optionen zum Einrichten oder Anpassen an.  drücken, um die Menüoptionen zu verlassen.

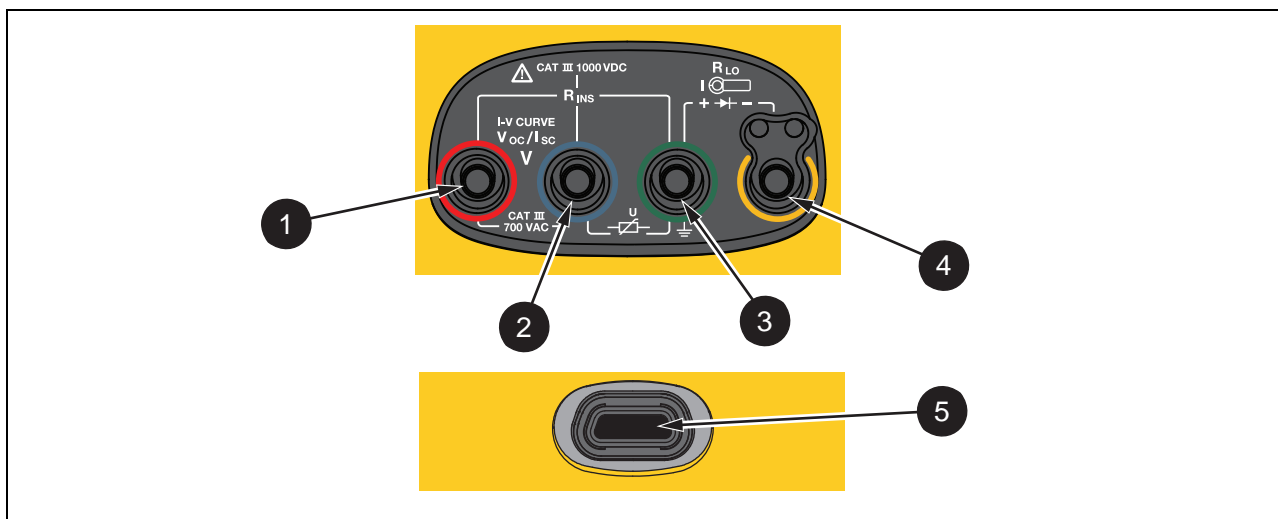
Anschlüsse/Messleitungen

Die Messleitungen werden angeschlossen und bleiben während der gesamten Prüfung an ihrem Platz („Keep the Leads“-System). [Tabelle 6](#) zeigt die Eingangsanschlüsse.

⚠️ ⚠️ Warnung

Die Messleitungen in CAT III- oder CAT IV-Umgebungen nicht ohne angebrachte Schutzkappen verwenden, um Stromschlag, Brand oder Verletzungen zu vermeiden. Die Schutzkappe verkürzt das ungeschützte Sondenmetall auf <4 mm. So wird die Wahrscheinlichkeit von Lichtbogenüberschlägen bei Kurzschlüssen verringert.


Tabelle 6. Anschlüsse



Element	Beschreibung
①	Rote Buchse (PV [+]) Spannungseingang)
②	Blaue Buchse (PV [-]) COM-Eingang)
③	Grüne Buchse (Erde)
④	Gelbe Buchse (R _{PE} , gemeinsamer Zangeneingang)
⑤	IR-Datenschnittstelle

Die IR (Infrarot)-Schnittstelle ermöglicht die Verbindung des Geräts mit einem Computer und das Herunterladen von Prüfdaten mit der *TruTest™ Datenmanagementsoftware* (siehe Dokumentation). Mit dieser Software können die Prüfdaten gesammelt, organisiert und angezeigt werden. Weitere Informationen zur Verwendung der IR-Schnittstelle sind unter [Herunterladen von Testergebnissen](#) zu finden.

Fehlermeldungen

Wenn der Analysator Fehlerzustände feststellt, werden  und ein Fehlercode angezeigt. Siehe [Tabelle 7](#). Durch diese Fehlerzustände wird die Prüfung deaktiviert bzw. gestoppt.

Tipp: Durch Drücken von **INFO** können Hinweise zur entsprechenden Fehlermeldung angezeigt werden.

Tabelle 7. Fehlercodes

Fehlercode	Prüfungstyp	Beschreibung
1.1	Vorprüfung Automatisch	Ungewöhnliche Spannung zwischen den Eingängen Grün und Gelb erkannt Spannung >50,0 V
1.2	Vorprüfung Automatisch	Ungewöhnliche Spannung zwischen den Eingängen Rot und Blau erkannt Spannung ≥ 1020 V, V_{AB} Polarität: MINUS oder ac (wenn Spannung $\geq 5,0$ V)
1.3	Vorprüfung Automatisch	Ungewöhnliche Spannung zwischen den Eingängen Blau und Gelb erkannt Spannung >30,0 V
1.4	Vorprüfung Automatisch	Kurzschlussstrom-Überlast $I_{SC} \geq 20,5$ A
1.5	Vorprüfung Automatisch	Ungewöhnliche Spannung zwischen den Eingängen Rot und Grün (oder Blau und Grün) erkannt Spannung >50,0 V
1.6	Vorprüfung Automatisch	Ungewöhnliche Spannung zwischen den Eingängen Rot und Blau erkannt Spannung ≥ 1020 V dc, ≥ 720 V ac, MINUS (wenn Spannung $\geq 5,0$ V)
1.7	Vorprüfung Automatisch	Ungewöhnliche Spannung zwischen den Eingängen Grün und Gelb erkannt Spannung $\geq 720,0$ V
2.1	Automatische Prüfung	Überhitzung (zu hohe Temperatur)
3.1	Automatische Prüfung	Speicherüberlast
4.1	Prüfung Nachprüfung	Sicherung F1 ausgefallen Eine interne Prüfung hat ergeben, dass die Sicherheitssicherung (20 A) unterbrochen ist. Die Sicherung F1 darf nur von einem qualifiziertem Techniker ausgetauscht werden.
4.2	Prüfung Nachprüfung	Sicherung F2 ausgefallen Eine interne Prüfung hat ergeben, dass die Sicherheitssicherung (0,63 A) unterbrochen ist und ausgetauscht werden muss, um diese Messung durchführen zu können. Weitere Informationen sind unter Austauschen der Sicherung zu finden.
4.3	Prüfung Nachprüfung	Sicherung F1 und F2 ausgefallen Eine interne Prüfung hat ergeben, dass die beiden Sicherheitssicherungen (20 A und 0,63 A) unterbrochen sind und ausgetauscht werden müssen, um diese Messung durchführen zu können. Die Sicherung F1 darf nur von einem qualifiziertem Techniker ausgetauscht werden.

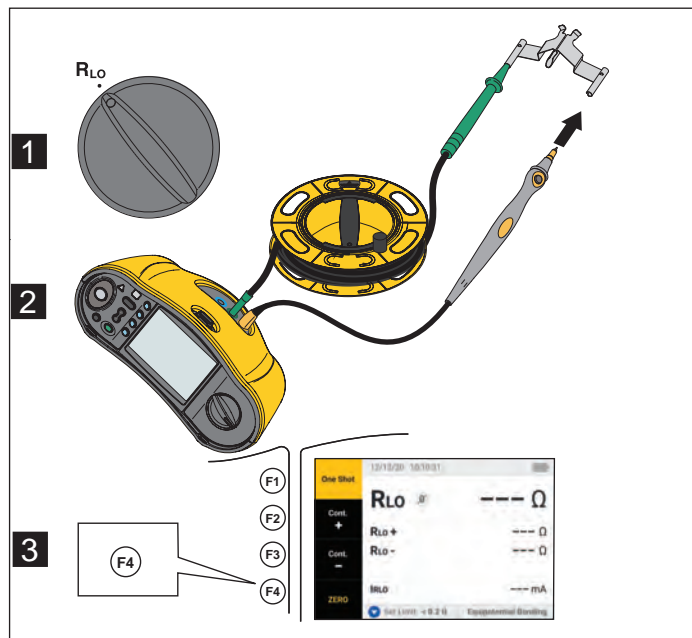
Nullpunktkompensation der Messleitungen

⚠️ ⚠️ Warnung

Die Messleitungen in CAT III- oder CAT IV-Umgebungen nicht ohne angebrachte Schutzkappen verwenden, um Stromschlag, Brand oder Verletzungen zu vermeiden. Die Schutzkappe verkürzt das ungeschützte Sondenmetall auf <4 mm. So wird die Wahrscheinlichkeit von Lichtbogenüberschlägen bei Kurzschlüssen verringert.

Bei der Durchgangsmessung (R_{LO}) von Potentialausgleichsleitern und Blitzschutzleitungen ist zu beachten, dass die Messleitungen einen geringen Eigenwiderstand haben, der eine Messung beeinflussen kann. Vor einer Durchgangsprüfung muss eine Kompensation der Messleitungen (Nullpunktkompensation) mit dem Zero-Adapter durchgeführt werden. Siehe [Abbildung 1](#).

Abbildung 1. Konfigurieren des Nullpunktadapters



Prüfungseinrichtung

Dieses Kit dient zur Sicherheits- und Leistungsanalyse von Solaranlagen gemäß IEC 62446-1. Das Kit enthält den PV-Analysator SMFT-1000 (PV-Analysator) und das Einstrahlungsmessgerät IRR2-BT (Einstrahlungsmessgerät).



Der PV-Analysator ermöglicht Sicherheits- und Leistungsmessungen an Solaranlagen.

Das Einstrahlungsmessgerät liefert zusätzliche Daten zur Sonneneinstrahlung und zur Temperatur des Solarmoduls. Diese Daten ergänzen die I-U-Kennlinien-Solarmodul-Leistungsmessungen mit dem PV-Analysator. Das Einstrahlungsmessgerät IRR2-BT sendet die Daten drahtlos an den PV-Analysator. Wenn die drahtlose Verbindung aus irgendeinem Grund unterbrochen wird, zeichnet das Einstrahlungsmessgerät automatisch die Daten auf. Sie werden dann später übertragen, wenn die Verbindung wiederhergestellt ist. Die Uhren der beiden Geräte sind synchronisiert, um die Daten ordnungsgemäß abgleichen zu können.

Hinweis






Vor der Durchführung von I-U-Kennlinien-Leistungsmessungen müssen der PV-Analysator und das Einstrahlungsmessgerät über eine drahtlose Verbindung synchronisiert werden. Weitere Informationen sind unter [Koppeln des PV-Analysators mit dem Einstrahlungsmessgerät](#) zu finden.

Einschalten des PV-Analysators:

1.  1 Sekunde lang drücken, um den PV-Analysator einzuschalten.
Es wird ein Startbildschirm mit der Firmware-Version angezeigt.
2.  2 Sekunden lang drücken, um den PV-Analysator auszuschalten.


Koppeln des PV-Analysators mit dem Einstrahlungsmessgerät


Bei der ersten Verwendung muss der PV-Analysator mit dem Einstrahlungsmessgerät gekoppelt werden:

1. Den PV-Analysator und das Einstrahlungsmessgerät einschalten.
2. Sicherstellen, dass sich der PV-Analysator und das Einstrahlungsmessgerät innerhalb der Funkreichweite (<50 m) befinden.
3. Den Drehschalter auf **MENU** einstellen.
4. Mit  **Device Settings** (Geräteeinstellungen) markieren.
5. Mit  das Menü „Device Settings“ (Geräteeinstellungen) öffnen.
6. Mit  **Irradiance Meter Pairing** (Einstrahlungsmessgerät koppeln) markieren.
7.  drücken.
8. Den Bildschirmanweisungen des PV-Analysators folgen, um die Geräte zu koppeln.
 zeigt auf dem PV-Analysator an, dass der PV-Analysator und das Einstrahlungsmessgerät miteinander verbunden sind.

Nach der Ersteinrichtung verbindet sich der PV-Analysator mit dem Einstrahlungsmessgerät IRR2-BT, wenn beide Geräte eingeschaltet sind und sich innerhalb der Funkreichweite (<50 m) befinden.

Für I-U-Kennlinienmessungen den PV-Analysator zu Beginn des Arbeitstags mit dem Einstrahlungsmessgerät IRR2-BT synchronisieren:

1. Den PV-Analysator und das Einstrahlungsmessgerät einschalten.
2. Sicherstellen, dass sich der PV-Analysator und das Einstrahlungsmessgerät innerhalb der Funkreichweite (<50 m) befinden.
3. Am PV-Analysator den Drehschalter auf **I-V CURVE** einstellen.
4.  drücken.
5. Den Bildschirmanweisungen des PV-Analysators folgen, um beide Geräte zu synchronisieren.

 zeigt auf dem PV-Analysator an, dass der PV-Analysator und das Einstrahlungsmessgerät miteinander verbunden sind.

Während der Synchronisierung gleicht der PV-Analysator alle Daten des Einstrahlungsmessgeräts mit den Aufzeichnungen des Analysators aus den vorherigen Sitzungen ab. Die Echtzeituhren beider Geräte werden synchronisiert, und der Speicher des Einstrahlungsmessgeräts wird gelöscht. Das Einstrahlungsmessgerät zeichnet bis zu 17 Stunden lang kontinuierlich Daten auf.

Es besteht die Möglichkeit, Einstrahlungs- und Temperaturmessungen manuell einzugeben. Weitere Informationen sind unter *I-U-Kennlinienprüfung* zu finden.

Hinweis






Wenn das Einstrahlungsmessgerät am Solarmodul installiert ist, den PV-Analysator innerhalb der Funkreichweite positionieren.

Prüfungen Kategorie 1 gemäß IEC 62446-1

Sichtprüfung

Gemäß den IEC-Vorschriften ist eine Sichtprüfung der Solaranlage erforderlich. Der PV-Analysator stellt für jede Aufgabe eine Checkliste zur Verfügung und speichert die Ergebnisse der Sichtprüfung im internen Speicher. Alle Ergebnisse können auf die PC-Software heruntergeladen und für Abschlussberichte verwendet werden.

Sichtprüfung durchführen:

1. Den PV-Analysator einschalten.
2. Den Drehschalter auf **VISUAL** einstellen und den Bildschirmanweisungen folgen.
3. Wenn auf der rechten Seite der Anzeige eine Bildlaufleiste angezeigt wird,  drücken, um weitere Informationen über die Checkliste anzuzeigen.
4. Mit   oder  ein Ergebnis auswählen.
5. Mit  die Ergebnisse speichern.

Es wird eine Bestätigungsmeldung angezeigt.

Durchgang von Schutzerdungs- und Potentialausgleichsleitern

Um genaue Messungen zu erhalten, muss der Widerstand der Messleitungen vor der Messung immer kompensiert werden:

1. Den PV-Analysator einschalten.
2. Den Drehschalter auf **R_{Lo}** einstellen.
3. Die grüne und die gelbe Leitung kurzschließen.
4. **F4** drücken.

Weitere Informationen sind in [Abbildung 1](#) zu finden.

5. Den Bildschirmanweisungen folgen.
6. Um den Status „Pass“ (Bestanden) bzw. „Failed“ (Nicht bestanden) zu vergeben, die vorgeschriebenen Grenzwerte für die Messungen zuweisen.

Hinweis

Die Grenzwerte können nicht mehr geändert werden, nachdem die Messung durchgeführt worden ist. Wenn der Grenzwert geändert wird, muss die Messung wiederholt werden.


Grenzwerte festlegen

Der vorgeschriebene Grenzwert basiert auf der Länge des bei der Prüfung verwendeten Kabels.

Einstellen:

1. Den PV-Analysator einschalten.
2. Den Drehschalter auf **R_{Lo}** einstellen.
3. Mit **F1** **F2** **F3** oder **F4** eine Option markieren.
4. **▼** drücken, um die Option zu bearbeiten.

Der Bildschirm „Manual Entry“ (Manuelle Eingabe) wird angezeigt.

5. **F1** drücken, um das Menü „Adjustment“ (Einstellung) zu öffnen.
6. Mit  den Wert ändern.
7. Die Optionen „Cross Section“ (Querschnitt) und „Material“ nach Bedarf anpassen.
8. **F3** drücken, um zwischen dem Bildschirm „Manual Entry“ (Manuelle Eingabe) und dem Grenzwert „Auto Calculate“ (Automatische Berechnung) umzuschalten.
9. **F4** drücken, um die Berechnung zu speichern und zum Bildschirm „R_{Lo} Measurement“ (RLO-Messung) zurückzugelangen.

Widerstandsprüfung (R_{LO})

Der PV-Analysator misst den Schutzleiterwiderstand (R_{LO}) mit einem Prüfstrom ≥ 200 mA (bei 2Ω) für:

- Erdungs- und Potentialausgleichsleiter gemäß IEC 62446-1 Abschnitt 6.1
- Blitzschutzanlagen (LPS)
- Erdungssystem

Widerstand von Erdungs- und Potentialausgleichsleitern

Messen des Widerstands von Erdungs- und Potentialausgleichsleitern:

1. Den Drehschalter auf R_{LO} einstellen.
2. Mit ▼ **Equipotential Bonding** (Potentialausgleich) auswählen.
3. Mit (F1) **One Shot** (Einmalig) (Standardmodus) auswählen und den Bildschirmanweisungen folgen.
4. Die grüne Messleitung mit dem zentralen PE-/Erdungsanschluss verbinden.
5. Die gelbe Messleitung mit dem Messpunkt verbinden.

Dies können der Modulmetallrahmen oder die Schienen des Solarmontagesystems sein.

6. (TEST) auf dem PV-Analysator oder dem Tastkopf mit Auslösetaste drücken.

In diesem Modus führt der PV-Analysator eine Kurzschlussmessung (R_{LO+}) gefolgt von einer zweiten Kurzschlussmessung (R_{LO-}) mit umgekehrter Polarität durch.

Der PV-Analysator zeigt nach Abschluss der Messung beide Ergebnisse an und wählt den höchsten (schlechtesten) Messwert als Hauptergebnis aus. Je nach gewähltem Grenzwert werden alle drei Ergebnisse als PASS oder FAIL bewertet.

Der PV-Analysator zeigt auch den Wert des während der Widerstandsprüfung angewendeten Prüfstroms an (I_{RLO}).

Blitzschutzleitungen

Messen des Widerstands in Blitzschutzanlagen (LPS):

1. Den Drehschalter auf R_{LO} einstellen.
2. Mit ▼ **Lightning Protection Conductor** (Blitzschutzleiter) auswählen.
3. Mit (F4) **One Shot** (Einmalig) (Standardmodus) auswählen und den Bildschirmanweisungen folgen.

In diesem Modus führt der PV-Analysator eine Kurzschlussmessung (R_{LO+}) gefolgt von einer zweiten Kurzschlussmessung (R_{LO-}) mit umgekehrter Polarität durch. Der PV-Analysator zeigt nach Abschluss der Messung beide Ergebnisse an und wählt den höchsten (schlechtesten) Messwert als Hauptergebnis aus. Je nach gewähltem Grenzwert werden alle drei Ergebnisse als PASS oder FAIL bewertet.

Erdungssystem

Fehlersuche im Erdungssystem mit der kontinuierlichen R_{LO} -Messmethode:

1. **F2** für **R+ Positive** oder **F3** für **R- Negative** drücken und den Bildschirmanweisungen folgen.

Polaritätsprüfung

Mit der Polaritätsprüfung wird gemäß IEC 62446-1 Abschnitt 6.2 überprüft, ob die Plus- und Minusleitungen korrekt am Anschlusskasten, am Wechselrichter oder an der Schaltanlage der Solaranlage angeschlossen sind.

Warnung



Um Verletzungen oder Schäden an der Anlage zu vermeiden, muss bei allen Anschlüssen auf die richtige Polarität geachtet werden.

Durchführen einer Polaritätsprüfung:

1. Den Drehschalter auf **-/+ POLARITY** einstellen.
2. Die rote Messleitung mit dem positiven Anschluss des PV-Strangs und die blaue Messleitung mit dem negativen Anschluss des PV-Strangs verbinden.

Tipp:  drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.

3. Den Bildschirmanweisungen folgen.

Die obere Anzeige zeigt die tatsächliche Spannung an den Messleitungen an. Für Spannungen >5 V bewertet der PV-Analysator die Messungen als  oder . Alle positiven Spannungen werden als **PASS** und alle negativen Spannungen als **FAIL** angezeigt.


Wenn Wechselspannung erkannt wird, wird eine Warnung angezeigt.

PV-Strang-Anschlusskasten

Dieses Prüfverfahren wird gemäß IEC 62446-1 Abschnitt 6.3 durchgeführt. Diese Prüfung vor dem ersten Anschließen von Strangsicherungen oder -anschlüssen durchführen:

- Alle negativen Sicherungen oder Anschlüsse miteinander verbinden, damit die Stränge einen gemeinsamen negativen Bus haben.
- Keine positiven Sicherungen oder Anschlüsse miteinander verbinden.
- Die Leerlaufspannung des ersten Strangs von positiv (rote Messleitung) nach negativ (blaue Messleitung) messen und sicherstellen, dass sie dem erwarteten Wert entspricht.
- Mit den nachfolgenden Strängen von positiv nach negativ fortfahren und sicherstellen, dass der Wert dem erwarteten Wert entspricht und nicht mehr als ± 15 V von den zuvor gemessenen Strängen abweicht.

Prüfen von Strangsicherungen:

1. Den Drehschalter auf **-/+ POLARITY** einstellen.
2.  drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.
3. Den Bildschirmanweisungen folgen.

PV-Strang

Messen der Leerlaufspannung und Stromprüfung im Stromkreis (Kurzschlussprüfung oder im Betrieb).

Leerlaufspannungsmessung (V_{OC})

Messung der Leerlaufspannung (V_{OC}) gemäß IEC 62446-1 Abschnitt 6.4. Mit dieser Prüfung wird kontrolliert, ob die Modulstränge korrekt verdrahtet sind und ob die erwartete Anzahl von Modulen innerhalb des Strangs in Reihe geschaltet ist. Bei in Reihe geschalteten Strängen sollte die gemessene Spannung der Summe der Spannungen der einzelnen Solarmodule im Strang entsprechen. Diese Prüfung kann auch verwendet werden, um die Leerlaufspannung der einzelnen Solarmodule zu überprüfen.

Stromprüfung im Stromkreis - Kurzschlussprüfung (I_{SC})

Die Stromprüfung im PV-Strang-Stromkreis gemäß IEC 62446-1 Abschnitt 6.5.2 ist eine Kurzschlussstrommessung, um die korrekten Betriebseigenschaften der Anlage zu überprüfen und sicherzustellen, dass keine größeren Fehler in der Verkabelung des PV-Arrays vorliegen. Diese Prüfungen sind nicht als Maß für die Leistung eines Moduls/Arrays zu interpretieren. Die Ergebnisse der Kurzschlussstrommessung mit den Spezifikationen des Solarmoduls vergleichen. Der PV-Analysator führt alle Berechnungen automatisch durch, wenn die Spezifikationen der Solarmodule verlinkt sind und die Messwerte für Einstrahlung und Temperatur vom Einstrahlungsmessgerät übertragen werden.

Prüfmethode im Betrieb

Alternative Prüfmethode für I_{SC} (siehe IEC 62446-1 Abschnitt 6.5.3).

Durchführung der Prüfung:

1. Die Solarmodulspezifikationen herunterladen.
2. Das PV-Modell auswählen.
3. Die Anzahl der Module für jeden Strang eingeben.
4. Das Einstrahlungsmessgerät am zu prüfenden Solarmodul montieren.
5. Den Drehschalter auf V_{OC}/I_{SC} einstellen.
6. Die rote Messleitung mit dem positiven Anschluss des Strangs und die blaue Messleitung mit dem negativen Anschluss des Strangs verbinden.

Tipp:  drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.

7. Den Bildschirmanweisungen folgen.

Der PV-Analysator bewertet die Ergebnisse der Leerlaufspannungsmessung und der Kurzschlussprüfung basierend auf den Daten des gewählten PV-Modells und der Anzahl der Module als PASS oder FAIL.

Spannungs-/Stromprüfung (V_{OC}/I_{SC})

V_{OC} ist eine Prüfung gemäß IEC 62446-1 Abschnitt 6.4 für die maximale Spannung, die das Solarmodul unter Standardprüfbedingungen erzeugt. Die I_{SC} ist eine Prüfung gemäß IEC 62446-1 Abschnitt 6.5.2 für den maximalen Strom, den das Solarmodul unter Standardprüfbedingungen erzeugt.

Durchführung der Prüfung:

1. Das Einstrahlungsmessgerät am zu prüfenden Solarmodul montieren.
2. Am PV-Analysator den Drehschalter auf V_{OC}/I_{SC} einstellen.
3. Den Grenzwert für V_{OC} auf der Grundlage der Daten des Einstrahlungsmessgeräts und PV-Modells festlegen.

STC-Berechnungsgrenzwerte: berechnet aus Einstrahlung und Nennwerten.

4. Den Grenzwert für I_{SC} auf der Grundlage der Daten des Einstrahlungsmessgeräts und PV-Modells festlegen.

STC-Berechnungsgrenzwerte: berechnet aus Einstrahlung und Nennwerten.

Die Irr- und Tcell-Daten des Einstrahlungsmessgeräts werden angezeigt.

5. Die rote Messleitung mit dem positiven Anschluss des Strangs und die blaue Messleitung mit dem negativen Anschluss des Strangs verbinden.

Tipp:  drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.

Die V_{OC} -Messung wird angezeigt, nachdem die Messleitungen angeschlossen worden sind.

Hinweis

Wenn der PV-Analysator umgekehrte Polarität feststellt, ertönt ein Signalton, und es wird eine Warnung angezeigt, dass die Prüfung aufgrund einer negativen Messung fehlgeschlagen ist.

6.  drücken, um die I_{SC} -Messung zu starten.

Die V_{OC} - und I_{SC} -Ergebnisse werden mit einem Pass/Fail-Symbol angezeigt, das auf dem Grenzwert des Einstrahlungsmessgeräts basiert.

7. Mit  die Ergebnisse speichern.

Auf der Anzeige erscheint eine Bestätigungsmeldung mit ID-Nummer; anschließend wird wieder der Prüfbildschirm angezeigt.

Auswählen des PV-Modells

Wenn das Einstrahlungsmessgerät nicht angeschlossen ist, sind keine Grenzwerte verfügbar, und es werden keine Einstrahlungs- oder Temperaturdaten angezeigt.

Durchführen einer Messung:

1. Die Messleitungen des PV-Analysators an das Solarmodul anschließen.

Tipp:  drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.

Die V_{OC} -Messung wird angezeigt, nachdem die Messleitungen angeschlossen worden sind. Die Pass/Fail-Symbole werden in dieser Konfiguration nicht angezeigt.

2.  drücken, um die I_{SC} -Messung zu starten.

Die V_{OC} - und I_{SC} -Ergebnisse werden angezeigt.

3. Mit  die Ergebnisse speichern.

Auf der Anzeige erscheint eine Bestätigungsmeldung mit ID-Nummer; anschließend wird wieder der Prüfbildschirm angezeigt.

Kopplung nur mit dem Einstrahlungsmessgerät


Wenn das Einstrahlungsmessgerät angeschlossen ist und kein PV-Modell ausgewählt wurde, sind keine Grenzwerte verfügbar. Die Einstrahlungs- und Temperaturdaten des Einstrahlungsmessgeräts werden angezeigt.

Durchführen einer Messung:

1. Die Messleitungen des PV-Analysators an das Solarmodul anschließen. Die V_{OC} -Messung wird automatisch angezeigt.

Tipp:  drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.

Die V_{OC} -Messung wird angezeigt, nachdem die Messleitungen angeschlossen worden sind. Die I_{rr} - und T_{cell} -Daten des Einstrahlungsmessgeräts werden angezeigt. Die Pass/Fail-Symbole werden in dieser Konfiguration nicht angezeigt.

2.  drücken, um die I_{SC} -Messung zu starten.

Die V_{OC} - und I_{SC} -Ergebnisse werden angezeigt.

3. Mit  die Ergebnisse speichern.

Auf der Anzeige erscheint eine Bestätigungsmeldung mit ID-Nummer; anschließend wird wieder der Prüfbildschirm angezeigt.

V_{OC}/I_{SC}-Schnellmessung

Es ist möglich, eine schnelle V_{OC}/I_{SC}-Messung durchzuführen, ohne das Einstrahlungsmessgerät oder das PV-Modell anzuschließen. Pass/Fail-Grenzwerte oder Einstrahlungsdaten werden bei dieser Art von Messung nicht angezeigt.

Durchführen einer Messung:

1. Am PV-Analysator den Drehschalter auf **V_{OC}/I_{SC}** einstellen.
2. Die Messleitungen an das Solarmodul anschließen. Die V_{OC}-Messung wird automatisch angezeigt.

Tipp:  drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.

Das Spannungssymbol leuchtet, wenn die Spannung ≥ 50 V ist.

3.  drücken, um die I_{SC}-Messung zu starten.

Die V_{OC}- und I_{SC}-Ergebnisse werden angezeigt. Die Pass/Fail-Symbole werden in dieser Konfiguration nicht angezeigt.

4. Mit  die Ergebnisse speichern.

Auf der Anzeige erscheint eine Bestätigungsmeldung mit ID-Nummer; anschließend wird wieder der Prüfbildschirm angezeigt.

V_{OC}/Betriebsstrommessung

Betriebsstrommessung als alternative Methode für die I_{SC}-Messung gemäß IEC 62446-1 Abschnitt 6.5.3.

Durchführen einer Messung:

1. Den PV-Strang an den Wechselrichter anschließen und die Anlage einschalten und in den normalen Betriebsmodus versetzen (der Wechselrichter muss sich am maximalen Leistungspunkt befinden).

Es ist sinnvoll, zwei Y-Verbinder dazwischen zu schalten, damit die Strangspannung parallel gemessen werden kann.

2. Den Drehschalter auf **V_{OC}/I_{SC}** einstellen.
3. Die Messleitungen an das Solarmodul anschließen.

Die V_{OC}-Messung wird automatisch angezeigt.

Tipp:  drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.

4.  drücken, um die V_{OC} -Messung zu starten.

Die V_{OC} -Messung wird angezeigt. Wenn das PV-Modell ausgewählt und das Einstrahlungsmessgerät angeschlossen ist, werden die Pass/Fail-Symbole angezeigt. Die Anweisungen „Measure V_{OC} “ (VOC messen) sind ausgegraut und mit einem Häkchen versehen, um anzuzeigen, dass die Messung abgeschlossen ist. Die Anweisungen „Measure Operational Current“ (Betriebsstrom messen) werden aktiviert bzw. heller angezeigt.

5. Die Stromzange anschließen und sicherstellen, dass der Stromfluss/die Polarität mit dem Pfeil auf der Stromzange übereinstimmt.

Tipp:  drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.

6.  drücken, um die Betriebsstrommessung zu starten.

AC/DC-Leistungs- und Funktionsprüfungen

Prüft die Ausgangsleistung der PV-Anlage, um sicherzustellen, dass die von den Solarmodulen erzeugte Gleichstromleistung korrekt gemäß IEC 62446-1 Abschnitt 6.6 in Wechselstromleistung umgewandelt wird.


Einphasen-Wechselrichterleistungsprüfung

Die Gleichstromleistung und anschließend die Wechselstromleistung messen und dann die Effizienz vergleichen.

Durchführen einer Gleichstrommessung:

1. Am PV-Analysator den Drehschalter auf **FUNC./P_{AC/DC}** einstellen.

Die Anzeige zeigt keine Leistungswerte an und ist für den Vergleich der Gleich- und Wechselstrommessungen bereit.

2.  drücken, um den Effizienzfaktor-Grenzwert festzulegen.
3. Den PV-Strang an den Wechselrichter anschließen und die Anlage einschalten und in den normalen Betriebsmodus versetzen (der Wechselrichter muss sich am maximalen Leistungspunkt befinden).
4. Die rote Messleitung parallel zum positiven Anschluss des PV-Strangs und die blaue Messleitung parallel zum negativen Anschluss des PV-Strangs mit dem Solarmodul verbinden.
5. Die Stromzange anschließen und sicherstellen, dass der Stromfluss/die Polarität mit dem Pfeil auf der Stromzange übereinstimmt.

Tipp:  drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.

6.  drücken.
7.  drücken, um die Gleichstrommessungen zu halten.



Die blaue Spaltenüberschrift zeigt an, dass die Gleichstrommessungen gehalten werden.

8. ▼ drücken, um die Spalte für die Gleichstrommessung zu löschen oder abubrechen und zum leeren Zustand zurückzugelangen.

Durchführen einer Wechselstrommessung:

1. Die Messleitungen an den Wechselstromausgang des Wechselrichters anschließen.
2. Die Stromzange anschließen.

Tipp:  drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.

3.  drücken.
4.  drücken, um die Wechselstrommessungen zu halten.

Die blaue Spaltenüberschrift zeigt an, dass die Wechselstrommessungen gehalten werden.

Es wird das Effizienzfaktorverhältnis mit einem Pass/Fail-Symbol angezeigt.

5. Mit  die Ergebnisse speichern.

Auf der Anzeige erscheint eine Bestätigungsmeldung mit ID-Nummer; anschließend wird wieder der Prüfbildschirm angezeigt.

Dreiphasen-Wechselrichterleistungsprüfung

Die Gleichstromleistung und anschließend die Wechselstromleistung (L1 + L2 + L3) messen und dann die Effizienz vergleichen.


Durchführen einer Messung:

1. Am PV-Analysator den Drehschalter auf **FUNC./P_{AC}/DC** einstellen.


Die Anzeige zeigt keine Leistungswerte an und ist für die Prüfung der Dreiphasenleistung bereit.

2. ▲ drücken, um zwischen Einphasen- und Dreiphasenleistung umzuschalten.
3. ▼ drücken, um den Effizienzfaktor-Grenzwert festzulegen.

4.  drücken.

5.  drücken, um die Gleichstrommessungen zu halten.

Die blaue Spaltenüberschrift zeigt an, dass die Gleichstrommessungen gehalten werden.

6.  drücken.

7.  drücken, um die Wechselstrom-L1-Messungen zu halten.

Die blaue Spaltenüberschrift zeigt an, dass die Wechselstrom-L1-Messungen gehalten werden.

8.  drücken.

9.  drücken, um die Wechselstrom-L2-Messungen zu halten.

Die blaue Spaltenüberschrift zeigt an, dass die Wechselstrom-L2-Messungen gehalten werden.

10.  drücken.

11.  drücken, um die Wechselstrom-L3-Messungen zu halten.

Die blaue Spaltenüberschrift zeigt an, dass die Wechselstrom-L3-Messungen gehalten werden.

Es wird das Effizienzfaktorverhältnis mit einem Pass/Fail-Symbol angezeigt.

12. Mit  die Ergebnisse speichern.

Auf der Anzeige erscheint eine Bestätigungsmeldung mit ID-Nummer; anschließend wird wieder der Prüfbildschirm angezeigt.

Wechsel-/Gleichspannungsmessung

Einmalige Spannungsmessung mit automatischer Wechsel- bzw. Gleichspannungserkennung.

Durchführen einer Messung:

1. Am PV-Analysator den Drehschalter auf **FUNC./P_{AC}/DC** einstellen.


2.  drücken, um die Spannung zu messen.

Die Striche auf dem Display zeigen an, dass keine Leitungen an den PV-Analysator angeschlossen sind.

3. Die Messleitungen an den zu prüfenden Stromkreis anschließen.

Tipp:  drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.

Der PV-Analysator erkennt automatisch, ob es sich bei der Messung um Wechsel- oder Gleichspannung handelt.

4.  drücken, um die Messung zu halten.

Die Messung wird gehalten.

5. Mit  die Ergebnisse speichern.

Auf der Anzeige erscheint eine Bestätigungsmeldung mit ID-Nummer; anschließend wird wieder der Prüfbildschirm angezeigt.


Wechsel-/Gleichstrommessung

Einmalige Strommessung mit automatischer Wechsel- bzw. Gleichspannungserkennung.

Durchführen einer Messung:

1. Am PV-Analysator den Drehschalter auf **FUNC./P_{AC}/DC** einstellen.


2.  umschalten, um den Strom zu messen.

Mit der Taste  wird zwischen Spannungs- und Strommessung umgeschaltet. Die Striche auf dem Display zeigen an, dass keine Leitungen an den PV-Analysator angeschlossen sind.

3. Die Stromzange mit dem zu prüfenden Stromkreis verbinden.

Tipp:  drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.

Der PV-Analysator erkennt automatisch, ob es sich bei der Messung um Wechsel- oder Gleichstrom handelt.

4.  drücken, um die Messung zu halten.

Die Messung wird gehalten.






5. Mit  die Ergebnisse speichern.


Auf der Anzeige erscheint eine Bestätigungsmeldung mit ID-Nummer; anschließend wird wieder der Prüfbildschirm angezeigt.

Funktionsprüfungen

Checkliste Funktionsprüfungen.

Durchführung der Prüfung:

1. Am PV-Analysator den Drehschalter auf **FUNC./P_{AC/DC}** einstellen.
2.  drücken, um mit der Aufzeichnung der Funktionsprüfungsergebnisse zu beginnen.
3. Mit  die verschiedenen Punkte der Checkliste markieren.
4.  und  drücken, um „Pass“ (Bestanden), „Fail“ (Nicht bestanden) oder „N/A“ (Nicht zutreffend) für die markierte Zeile auszuwählen.
5.  (Zurück) drücken, um zur Leistungsprüfung zurückzukehren.

Wenn mindestens ein Kästchen ausgefüllt ist, ist  verfügbar. Alle Ergebnisse werden angezeigt, bis sie für eine neue Sitzung gelöscht werden, unabhängig vom Ein- und Ausschalten oder jeweiligen Tag.

6. Mit  die Ergebnisse speichern.

Auf der Anzeige erscheint eine Bestätigungsmeldung mit ID-Nummer; anschließend wird wieder der Prüfbildschirm angezeigt.

Isolationswiderstandsprüfung (R_{INS})

Der R_{INS} -Modus ist eine Prüfung des Widerstands der Isolation zwischen Erde und dem PV-Array gemäß IEC 62446-1 Abschnitt 6.7. Diese Prüfung mindestens für jedes PV-Array bzw. Sub-Array wiederholen. Bei Bedarf können auch einzelne Stränge geprüft werden.

Prüfmethode 1 („Keep the Leads“)

Diese Prüfung wird zwischen dem Minuspol des PV-Arrays und Erde durchgeführt, gefolgt von einer Prüfung zwischen dem Pluspol des PV-Arrays und Erde. Bei dieser Prüfung werden die Anschlüsse nicht verändert („Keep the Leads“-Option).

Durchführung der Prüfung:

1. Am PV-Analysator den Drehschalter auf R_{INS} einstellen.
2. Die Messleitungen an das Solarmodul anschließen.


Tipp:  drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.

Wenn der Erdungspunkt und die Rahmen mit dem Vor-Ort-Erdungspunkt **verbunden sind**:

- a. Die grüne Messleitung mit Erde verbinden.
- b. Die rote Messleitung an den positiven Anschluss des PV-Arrays anschließen.
- c. Die blaue Messleitung an den negativen Anschluss des PV-Arrays anschließen.


ODER


Wenn der Erdungspunkt und die Rahmen **nicht** mit dem Vor-Ort-Erdungspunkt verbunden sind (Schutzklasse II der Installation):

- a. Die grüne Messleitung an den Rahmen des PV-Arrays anschließen.
 - b. Die rote Messleitung an den positiven Anschluss des PV-Arrays anschließen.
 - c. Die blaue Messleitung an den negativen Anschluss des PV-Arrays anschließen.
3. Mit ▼ die Nennprüfspannung auswählen (V_N Auswahl=50/100/250/500/1000 V).
Dieser Wert löst die Grenzwerte aus.
 4. Nachdem die Leitungen konfiguriert sind,  länger als eine Sekunde drücken, um mit der R_{INS} (1)-Messung zu beginnen.

Während der Messwertberechnung blinken die Striche, und anschließend werden die Testergebnisse angezeigt:

- R_{INS} : niedrigster Wert von R_{INS+} bzw. R_{INS-}
- R_{INS+} : Isolationswiderstand PV+ gegen Erde
- R_{INS-} : Isolationswiderstand PV- gegen Erde
- V_{INS+} : während der Isolationsprüfung angelegte Prüfspannung (PV+ gegen Erde)
- V_{INS-} : während der Isolationsprüfung angelegte Prüfspannung (PV- gegen Erde)

Bestanden:  und ein kurzer Signalton zeigen an, dass die Prüfung bestanden wurde, wenn die Ergebnisse über den voreingestellten Grenzwerten liegen.

Nicht bestanden:  und mehrere Signaltöne zeigen an, dass die Prüfung nicht bestanden wurde, wenn die Ergebnisse unter den voreingestellten Grenzwerten liegen.

5. Mit  die Ergebnisse speichern.


Auf der Anzeige erscheint eine Bestätigungsmeldung mit ID-Nummer; anschließend wird wieder der Prüfbildschirm angezeigt.

Hinweis

Wenn der Widerstand außerhalb eines akzeptablen Schwellenwerts der R_{INS} -Prüfung (1 oder 2) liegt, die kontinuierliche Prüfung verwenden, um die genaue Stelle an der Isolation zu finden, an der der Widerstand nicht in Ordnung ist. Weitere Informationen sind unter [Kontinuierliche Messung](#) zu finden.

Prüfmethode 2 (Standardvorgabe)

Die standardmäßige Prüfmethode 2 ist eine Prüfung zwischen Erde und dem kurzgeschlossenen Array mit einer positiven und anschließend einer negativen Messung. Bei dieser Methode wird ebenfalls die „Keep the Leads“-Option genutzt.

1. Am PV-Analysator den Drehschalter auf **R_{INS}** einstellen.
2. Mit  die Nennprüfspannung auswählen (V_N Auswahl=50/100/250/500/1000 V).

Dieser Wert löst die Grenzwerteinstellung aus.

3. Die Messleitungen an das PV-Array anschließen.

Tipp:  drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.


Wenn der Erdungspunkt und die Rahmen mit dem Vor-Ort-Erdungspunkt **verbunden sind**:

- a. Die grüne Messleitung von der grünen Buchse mit Erde verbinden.
- b. Die rote Messleitung von der roten Buchse an den positiven Anschluss des PV-Arrays anschließen.
- c. Die blaue Messleitung von der blauen Buchse an den negativen Anschluss des PV-Arrays anschließen.

ODER

Wenn der Erdungspunkt und die Rahmen **nicht** mit dem Vor-Ort-Erdungspunkt verbunden sind (Schutzklasse II der Installation):

- a. Die grüne Messleitung von der grünen Buchse an den Rahmen des PV-Arrays anschließen.
- b. Die rote Messleitung von der roten Buchse an den positiven Anschluss des PV-Arrays anschließen.
- c. Die blaue Messleitung von der blauen Buchse an den negativen Anschluss des PV-Arrays anschließen.


4. Nachdem die Leitungen konfiguriert sind,  drücken, um mit der R_{INS} (2)-Messung zu beginnen.


Hinweis

Während der Messung werden das Hochspannungssymbol und Striche angezeigt.

Nach dem Abschluss der Prüfung werden die Prüfungsergebnisse angezeigt:

- R_{INS} (2): gemessener Isolationswiderstand
- V_{INS} : während der Isolationsprüfung angelegte Prüfspannung

Bestanden:  und ein kurzer Signalton zeigen an, dass die Prüfung bestanden wurde, wenn die Ergebnisse über den voreingestellten Grenzwerten liegen.

Nicht bestanden:  und mehrere Signaltöne zeigen an, dass die Prüfung nicht bestanden wurde, wenn die Ergebnisse unter den voreingestellten Grenzwerten liegen.

5. Mit  die Ergebnisse speichern.

Auf der Anzeige erscheint eine Bestätigungsmeldung mit ID-Nummer; anschließend wird wieder der Prüfbildschirm angezeigt.



Hinweis

Wenn der Widerstand außerhalb eines akzeptablen Schwellenwerts der R_{INS} -Prüfung (1 oder 2) liegt, die kontinuierliche Prüfung verwenden, um die genaue Stelle an der Isolation zu finden, an der der Widerstand nicht in Ordnung ist. Weitere Informationen sind unter [Kontinuierliche Messung](#) zu finden.

Kontinuierliche Messung


R_{INS} kann zwischen zwei beliebigen Messpunkten in der PV-Anlage gemessen werden. Diese Messung dient zur Fehlersuche bei Kabelisolationsfehlern. Fluke empfiehlt, die Solarmodule für diese Prüfung zu entfernen, da sie das Ergebnis beeinflussen können.

Messung:





1. Am PV-Analysator den Drehschalter auf **R_{INS}** einstellen.
2.  drücken, um den kontinuierlichen R_{INS} -Modus zu aktivieren.
3. Mit  die Nennprüfspannung auswählen (V_N Auswahl=50/100/250/500/1000 V).

Dieser Wert löst die Grenzwerte aus.

Tipp:  drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.

4. Nachdem die Leitungen angeschlossen worden sind,  länger als eine Sekunde drücken, um mit der kontinuierlichen R_{INS} -Messung zu beginnen.

Während der Messwertberechnung werden Striche und anschließend die Testergebnisse angezeigt:

- Live-Ergebnisse: Die Messergebnisse werden einmal je Sekunde aktualisiert.
 - Ein grünes Häkchen erscheint, wenn das Ergebnis unter dem Grenzwert liegt.
5. Zu einem beliebigen Zeitpunkt  länger als eine Sekunde drücken, um die Messung zu pausieren und auf dem Bildschirm zu halten.
 6.  erneut länger als eine Sekunde drücken, um mit der Messung fortzufahren.
 7. Die Messleitungen am Kabel auf und ab bewegen, bis das Widerstandsproblem gefunden ist:
 -  wird neben dem gemessenen Widerstand angezeigt, der unter dem Grenzwert liegt.
 - Mehrere Signaltöne zeigen an, dass die Prüfung nicht bestanden wurde.
 8. Mit  die Ergebnisse speichern.

Auf der Anzeige erscheint eine Bestätigungsmeldung mit ID-Nummer; anschließend wird wieder der Prüfbildschirm angezeigt.

ODER

9. Eine Verbindung mit dem nächsten Prüfpunkt herstellen (das Löschen ist nicht erforderlich, wenn nicht gespeichert wird), oder mit der nächsten Prüfung fortfahren.

Prüfung des Nassisolationswiderstands

Die Prüfung des Nassisolationswiderstands entspricht den Anforderungen von IEC 62446-1 Abschnitt 8.3 und wird am besten zur Fehlersuche eingesetzt. Mit dieser Widerstandsprüfung wird die elektrische Isolierung von PV-Arrays unter nassen Betriebsbedingungen bewertet. Die Prüfung simuliert Regen bzw. Tau auf dem Array und der Verkabelung und stellt sicher, dass keine Feuchtigkeit in aktive Teile der elektrischen Schaltkreise des Arrays eindringt, wo sie Korrosion fördern, Erdungsfehler verursachen oder eine Gefahr für die elektrische Sicherheit des Personals oder der Geräte darstellen kann. Diese Prüfung ist besonders effektiv, wenn es darum geht, oberirdische Defekte zu finden, z. B. Schäden an der Verkabelung, unzureichend gesicherte Abdeckungen von Verteilerkästen und ähnliche Installationsprobleme. Sie kann auch zur Erkennung von Herstellungs- und Konstruktionsfehlern verwendet werden, z. B. Einstiche im Polymersubstrat, gerissene Verteilerkästen, unzureichend abgedichtete Diodengehäuse und ungeeignete (für Innenräume bestimmte) Steckverbinder.

Eine Nassisolationsprüfung wird durchgeführt, wenn die Ergebnisse einer Trockenprüfung fragwürdig sind oder wenn Isolationsfehler aufgrund von Installations- oder Herstellungsfehlern vermutet werden.

Die Prüfung wird auf ein ganzes Array oder auf größere Anlagen angewendet, um Teile wie Komponenten oder Array-Unterabschnitte auszuwählen. Wenn nur Teile des Arrays geprüft werden, werden diese aufgrund eines bekannten oder vermuteten Problems ausgewählt, das bei anderen Prüfungen festgestellt wurde. Unter bestimmten Umständen kann die Nassisolationsprüfung an einem Musterteil des Arrays gefordert werden.

Den gleichen Prüfablauf wie bei *Prüfmethode 1 („Keep the Leads“)* bzw. *Prüfmethode 2 (Standardvorgabe)* verwenden.

I-U-Kennlinienprüfung

V_{OC} ist eine Prüfung gemäß IEC 62446-1 Abschnitt 7.2 für die maximale Spannung, die das Solarmodul unter Standardprüfbedingungen erzeugen kann. I_{SC} ist eine Prüfung für den maximalen Strom, den das Solarmodul unter Standardprüfbedingungen erzeugen kann.

Messung:

1. Am PV-Analysator den Drehschalter auf **I-V Curve** einstellen.

Die I-U-Kennlinientabelle wird angezeigt und gibt an, ob der PV-Analysator mit dem Einstrahlungsmessgerät oder dem PV-Modell verbunden ist.

Wenn keine Verbindung besteht:

- a. **F4 IRR Meter** drücken, um das Einstrahlungsmessgerät mit dem PV-Analysator zu koppeln. Weitere Informationen sind unter *Koppeln des PV-Analysators mit dem Einstrahlungsmessgerät* zu finden.
- b. **F3 PV Model** drücken, um das PV-Modell aus der Datenbank auszuwählen.

Wenn eine Verbindung besteht, wird in der I-U-Kennlinientabelle Folgendes angezeigt:

- Live-Messung der Einstrahlung vom Einstrahlungsmessgerät
 - Zellentemperatur-Live-Messung vom Einstrahlungsmessgerät
 - Nennwerte auf der Grundlage des PV-Modells
2. **F2** drücken, um das I-U-Kennliniendiagramm anzuzeigen.
Das I-U-Kennliniendiagramm zeigt Folgendes an:
 - Nennkennlinie auf der Grundlage von Daten des PV-Modells
 - Die Flächenkennlinie zeigt den Bereich der Minimal- bis Maximalwerte der Nennkennlinie basierend auf den Nennwerten $\pm 5\%$ (Kriterien zum Bestehen = 5 %) an.
 3. Die rote Messleitung mit dem positiven Anschluss des PV-Arrays und die blaue Messleitung mit dem negativen Anschluss des PV-Arrays verbinden.

Tipp: **INFO** drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.

4. Das Einstrahlungsmessgerät mit der Halterung am Solarmodul befestigen.
5. **TEST** drücken, um mit der Messung zu beginnen und eine I-U-Kennlinie zu erstellen.


Es wird ein Fortschrittsbalken angezeigt.

6. **F1** drücken, um die Prüfung abzubrechen.

Hinweis

*Eine Warnung wird angezeigt, wenn der PV-Analysator zu Beginn der Prüfung umgekehrte Polarität feststellt. **INFO** drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.*

Wenn die Prüfung abgeschlossen ist, werden die Testergebnisse in der I-U-Kennlinientabelle angezeigt:

- In der Spalte „STC“ werden die entsprechenden Werte angezeigt.
 - Für jede Zeile wird ein Pass/Fail-Indikator angezeigt.
 - In der Spalte „MEAS“ (measured = gemessen) werden die entsprechenden Werte angezeigt.
7. **F2** drücken, um eine Diagrammanzeige der gemessenen Kennlinie und der STC-Kennlinie über der NOM-Bereichskurve anzuzeigen.
8. Mit  zwischen der Tabellen- und der Diagrammansicht umschalten:
- Die „Advanced Table View“ (Erweiterte Tabellenansicht) enthält eine zusätzliche Spalte mit den gemessenen Werten.
 - In „Advanced Table View“ (Erweiterte Tabellenansicht) werden die gemessenen Werte als schwarze Linie angezeigt.
9. Mit **SAVE** die Ergebnisse speichern.

Auf der Anzeige erscheint eine Bestätigungsmeldung mit ID-Nummer; anschließend wird wieder der Prüfbildschirm ohne STC- und MEAS-Daten angezeigt.

Hinweis

Auf der Registerkarte „PV model“ (PV-Modell) wird ein Fragezeichen angezeigt, um daran zu erinnern, gegebenenfalls die PV-Modelldaten zu aktualisieren.

Zusätzliche Prüfungen

Es sind Diodenprüfungen verfügbar, mit denen die Anforderungen von IEC 62446-1 Abschnitt 8.2 erfüllt werden.

Überbrückungsdiodenprüfung

Überbrückungsdioden verhindern, dass der von guten, dem Sonnenlicht gut ausgesetzten Solarzellen fließende Strom schwächere oder teilweise beschattete Solarzellen überhitzt und durchbrennt, indem sie einen Strompfad um die schlechte Zelle herum bilden.









Einstellen:

1. Am PV-Analysator den Drehschalter auf  einstellen.

Es wird der Überbrückungsdioden-Prüfungsmodus angezeigt. Wenn der Überbrückungsdioden-Prüfungsmodus nicht angezeigt wird, **F1** drücken.

2. Mit ▼ den Pass/Fail-Grenzwert für die Spannungsmessung der Überbrückungsdiode festlegen.

Grenzwert festlegen:

- a. Mit  die entsprechenden Optionen markieren.
 - b. Mit  die markierte Option auswählen und auf einem neuen Bildschirm bearbeiten.
 - c. Mit  den Grenzwert speichern und zur vorherigen Diodenprüfung zurückkehren.
 - d. Mit  manuell einen Grenzwert für die Überbrückungsdiode eingeben.
 - e. Mit  und  die zu bearbeitende Ziffer auswählen.
 - f. Mit  den Wert ändern.
 - g. Mit  (Zurück) zur Anzeige „Set Limit“ (Grenzwerte festlegen) zurückkehren.
3. Die Messleitungen des PV-Analysators an die Überbrückungsdiode anschließen.

Tipp:  drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.

- a. Die grüne Messleitung von der grünen Buchse an die positive Anode anschließen.
- b. Die gelbe Messleitung von der gelben Buchse an die negative Kathode anschließen.


Vorsicht


Bei dieser Prüfung dürfen die Module weder Spannung noch Strom erzeugen. Das Solarmodul (DUT) muss vollständig beschattet sein oder sich in Dunkelheit befinden.

4.  drücken, um mit der Messung zu beginnen.

Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird Folgendes angezeigt:

- Gemessene Spannung der Überbrückungsdiode
- Gemessener Strom der Überbrückungsdiode

Bestanden:  und ein kurzer Signalton zeigen an, dass die Prüfung bestanden wurde, wenn die Ergebnisse über den voreingestellten Grenzwerten liegen.

Nicht bestanden:  und mehrere Signaltöne (mit niedrigerer Frequenz) zeigen an, dass die Prüfung gemäß den voreingestellten Grenzwerten fehlgeschlagen ist.

Hinweis

Bei dieser Prüfung wird kontrolliert, ob der Spannungsabfall der Diode innerhalb des erwarteten Bereichs (Grenzwerts) liegt. Wenn der Spannungsabfall zu gering ist, ist die Diode kurzgeschlossen, wenn die Spannung „OL“ ist, ist die Diode offen.

5. Mit  die Ergebnisse speichern.

Auf der Anzeige erscheint eine Bestätigungsmeldung mit ID-Nummer; anschließend wird wieder der Prüfbildschirm angezeigt.

Fehlersuche: Wenn die Spannung nicht im akzeptablen Bereich liegt, die kontinuierliche Prüfung verwenden, um die defekte Diode zu finden. Weitere Informationen sind unter [Kontinuierliche Diodenprüfung](#) zu finden.

Sperrdiodenprüfung


Sperrdioden sorgen dafür, dass der elektrische Strom nur in die Richtung „OUT“ des Reihen-Arrays zum Wechselrichter, zur externen Last, zum Steuergerät oder zu den Akkus fließt, um zu verhindern, dass der von den anderen parallel geschalteten PV-Solarmodulen desselben Arrays erzeugte Strom durch ein schwächeres (schattiertes) Netzwerk zurückfließt, und auch um zu verhindern, dass sich die voll aufgeladenen Akkus nachts über das Array entladen.


Sperrdioden können sowohl im offenen als auch im Kurzschlusszustand ausfallen. Diese Prüfung ist für Anlagen wichtig, die Sperrdioden enthalten.

Einstellen:

1. Am PV-Analysator den Drehschalter auf  einstellen.

Es wird der standardmäßige Überbrückungsdiode-Prüfungsmodus angezeigt.

2.  drücken, um den **Sperrdioden**-Prüfungsmodus zu aktivieren.
3. Die Messleitungen des PV-Analysators an die Sperrdiode anschließen.

Tipp:  drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.


- a. Die grüne Messleitung an die positive Anode anschließen.
- b. Die gelbe Messleitung an die negative Kathode anschließen.

Hinweis

Sperrdioden können in betriebsbereiten Anlagen gemessen werden. Es ist nicht erforderlich, die Module zu trennen oder die Spannung/Stromversorgung abzuschalten.


4. Mit  den Pass/Fail-Grenzwert für die Spannungsmessung der Sperrdiode festlegen.


Grenzwert festlegen:

- a. Mit **F1** und **F2** die zu bearbeitende Ziffer auswählen.
 - b. Mit  den Wert ändern.
 - c. Mit **F4** (Zurück) zum Bildschirm für die Sperrdiodenprüfung zurückkehren.
5. **TEST** drücken, um mit der Messung zu beginnen.

Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird Folgendes angezeigt:

- Gemessene Spannung der Sperrdiode
- Gemessener Strom der Sperrdiode

Bestanden:  und ein kurzer Signalton zeigen an, dass die Prüfung bestanden wurde, wenn die Ergebnisse über den voreingestellten Grenzwerten liegen.

Nicht bestanden:  und mehrere Signaltöne zeigen an, dass die Prüfung nicht bestanden wurde, wenn die Ergebnisse unter den voreingestellten Grenzwerten liegen.

Hinweis

Bei dieser Prüfung wird kontrolliert, ob der Spannungsabfall der Diode innerhalb des erwarteten Bereichs (Grenzwerts) liegt. Wenn der Spannungsabfall zu gering ist, ist die Diode kurzgeschlossen, wenn die Spannung „OL“ ist, ist die Diode offen.

6. Mit **SAVE** die Ergebnisse speichern.

Auf der Anzeige erscheint eine Bestätigungsmeldung mit ID-Nummer; anschließend wird wieder der Prüfbildschirm angezeigt.

Fehlersuche: Wenn die Spannung nicht im akzeptablen Bereich liegt, die kontinuierliche Prüfung verwenden, um die defekte Diode zu finden. Weitere Informationen sind unter [Kontinuierliche Diodenprüfung](#) zu finden.

Kontinuierliche Diodenprüfung

Mit der kontinuierlichen Prüfung kann jede einzelne Diode einer PV-Zelle geprüft und die defekte Diode ermittelt werden.

Einstellen:

1. Am PV-Analysator den Drehschalter auf  einstellen.

Es wird der standardmäßige Überbrückungsdioden-Prüfungsmodus angezeigt.

2. **F3** drücken, um den **Dioden**-Prüfungsmodus zu aktivieren.
3. Die Messleitungen des PV-Analysators an eine Diode im Solarmodul-Verteilerkasten oder an eine nicht angeschlossene Diode anschließen.

Tipp: **INFO** drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.

4. Die grüne Messleitung an die positive Anode anschließen.

5. Die gelbe Messleitung an die negative Kathode anschließen.

⚠ Vorsicht

Bei dieser Prüfung dürfen die Dioden weder unter Spannung stehen noch in Betrieb sein.

6. Mit ▼ den Pass/Fail-Grenzwert für die Spannungsmessung der Diode festlegen.
Grenzwert festlegen:

- a. Mit (F1) und (F2) die zu bearbeitende Ziffer auswählen.
- b. Mit ↕ den Wert ändern.
- c. Mit (F4) (Zurück) zum Bildschirm für die Sperrdiodenprüfung zurückkehren.

7. (TEST) drücken, um mit der Messung zu beginnen.

Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird Folgendes angezeigt:

- Gemessene Spannung der Diode
- Gemessener Strom der Diode

Bestanden: ✓ und ein kurzer Signalton zeigen an, dass die Prüfung bestanden wurde, wenn die Ergebnisse über den voreingestellten Grenzwerten liegen.

Nicht bestanden: ✗ und mehrere Signaltöne zeigen an, dass die Prüfung nicht bestanden wurde, wenn die Ergebnisse unter den voreingestellten Grenzwerten liegen.

Die Messergebnisse werden einmal je Sekunde aktualisiert.

Hinweis

Bei dieser Prüfung wird geprüft, ob der Spannungsabfall der Diode innerhalb des erwarteten Bereichs (Grenzwerts) liegt. Wenn der Spannungsabfall zu gering ist, ist die Diode kurzgeschlossen, wenn die Spannung „OL“ ist, ist die Diode offen.

Tipp: Fluke empfiehlt, die Prüfung mit umgekehrter Polarität zu wiederholen (die gelbe Messleitung an die positive Anode und die grüne Messleitung an die negative Kathode anschließen). Der Messwert sollte immer „OL“ sein.

8. (TEST) drücken, um die Messung auf dem Bildschirm zu pausieren.
9. (TEST) erneut drücken, um die Messung auf dem Bildschirm fortzusetzen.
10. Mit (SAVE) die Ergebnisse speichern.

Auf der Anzeige erscheint eine Bestätigungsmeldung mit ID-Nummer; anschließend wird wieder der Prüfbildschirm angezeigt.

Prüfung der Überspannungsschutzvorrichtung (SPD)

Mit der SPD-Prüfung wird kontrolliert, ob das zu prüfende Gerät (DUT) wie erwartet funktioniert.

Einstellen:

1. Am PV-Analysator den Drehschalter auf  einstellen.


Es wird der standardmäßige Überbrückungsdioden-Prüfungsmodus angezeigt.

2. **(F4)** drücken, um den **SPD**-Prüfungsmodus zu aktivieren.

Es werden keine Messwerte angezeigt.

3. Mit **▼** das Menü **Set Limit** (Grenzwert festlegen) öffnen und den Pass/Fail-Grenzwert für die Diodenspannungsmessung festlegen.

Grenzwert festlegen:

- a. Mit **(F1)** und **(F2)** die zu bearbeitende Ziffer auswählen.
- b. Mit  den Wert ändern.
- c. Mit **(F4)** (Zurück) zum SPD-Prüfungsmodus zurückkehren.


4. Die Messleitungen des PV-Analysators an das PV-Array anschließen.

Tipp:  drücken, um das Anschlussschaltbild anzuzeigen.

- a. Die blaue Messleitung an eine Seite der Überspannungsschutzvorrichtung anschließen.
- b. Die grüne Messleitung an die andere Seite der Überspannungsschutzvorrichtung anschließen.

5. **(TEST)** länger als eine Sekunde drücken, um mit der Messung zu beginnen.

Hinweis

Während die Testergebnisse geladen werden, wird  angezeigt, bis die Testergebnisse vorliegen.

Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird die gemessene Spannung angezeigt.

6. Mit  die Ergebnisse speichern.

Auf der Anzeige erscheint eine Bestätigungsmeldung mit ID-Nummer; anschließend wird wieder der Prüfbildschirm angezeigt.

Automatischer Prüfablauf

Der PV-Analysator verfügt über einen automatischen Prüfungsmodus, der automatisch einen Prüfablauf auf der Grundlage der folgenden Kombinationen durchführt:

- Mit Isolationsprüfung im Vergleich zu ohne Isolationsprüfung
- Kategorie 1 im Vergleich zu Kategorie 1 + 2
- Schutzklasse I im Vergleich zu Schutzklasse II


Einstellen:


1. Am PV-Analysator den Drehschalter auf **AUTO** einstellen.


Es wird der standardmäßige automatische Prüfungsmodus angezeigt.


2. Mit  durch die verfügbaren Prüfstände der AUTO-Prüfungen scrollen.

Die Anzeige wird aktualisiert und zeigt die Details der AUTO-Prüfung an.


3.  drücken, um die Einrichtung der AUTO-Prüfung zu ändern.

 zeigt an, dass das PV-Modell nicht ausgewählt oder das Einstrahlungsmessgerät nicht angeschlossen ist.

Wenn nach dem Drücken von  keine Verbindung besteht:

- a. Den Prüfungstyp ändern.
- b. Die PV-Modell-Informationen eingeben.
- c. Mit dem Einstrahlungsmessgerät koppeln. Weitere Informationen sind unter [Koppeln des PV-Analysators mit dem Einstrahlungsmessgerät](#) zu finden.
- d. Mit  scrollen, bis die Option **Set V_N** (V_N festlegen) angezeigt wird.
- e. V_N auswählen (nur für AUTO-Prüfungen verfügbar, die die R_{INS}-Messung beinhalten).
- f. Den R_{LO}-Grenzwert auswählen.
- g. Die Anweisungen auf dem Bildschirm befolgen, um die Nullpunktkompensation der Messleitungen durchzuführen.

Tipp: Es wird ein Anschlussschaltbild angezeigt, das zeigt, wie der PV-Analysator basierend auf der Auswahl „AUTO test“ (AUTO-Prüfung) an die PV-Array-Anlage angeschlossen wird.

 zeigt an, dass das PV-Modell ausgewählt und das Einstrahlungsmessgerät angeschlossen ist.


4.  drücken, um mit der AUTO-Prüfung zu beginnen.

Es wird der Ablauf der Prüfungen angezeigt. Wenn der Ablauf abgeschlossen ist, wird die Meldung **Auto Test Complete** (Auto-Prüfung abgeschlossen) angezeigt.

5. Mit  durch die Prüfungen scrollen.

Es werden die Meldung **Auto Test Complete** (Auto-Prüfung abgeschlossen) und die Ergebnisse angezeigt.

6. Mit  durch die Ergebnisse scrollen.

7.  drücken, um die Testergebnisse zu löschen, ohne sie zu speichern.

8. Mit  die Ergebnisse speichern.



Auf der Anzeige erscheint eine Bestätigungsmeldung mit ID-Nummer; anschließend wird wieder der Prüfbildschirm angezeigt.

Menü

Die Menüfunktion bietet die folgenden Optionen:

- Memory (Speicher)
- Device Settings (Geräteeinstellungen)
- Help (Hilfe)

Die Menüfunktion öffnen:

1. Den Drehschalter auf **MENU** einstellen.
2. Mit  ein Menüelement markieren.
3. Mit  das entsprechende Menüelement auswählen.

Die Anweisungen am Bildschirm befolgen.

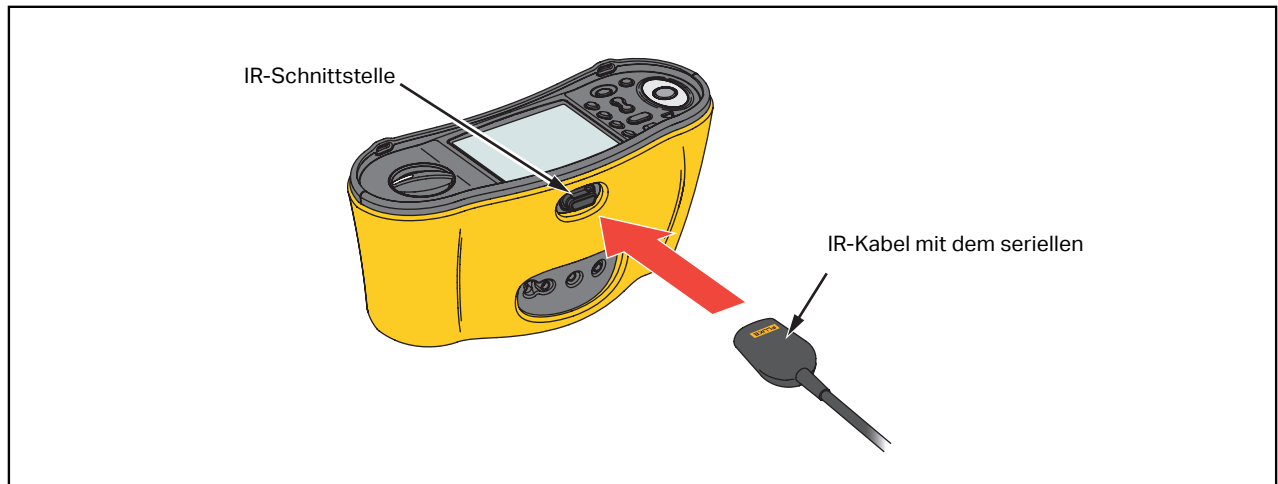
Herunterladen von Testergebnissen

Zur Datenverwaltung können über die IR-Schnittstelle Prüfungsmessungen vom PV-Analysator auf einen PC heruntergeladen werden.

Herunterladen von Prüfungsmessungen über die IR-Schnittstelle:

1. Den PV-Analysator ausschalten.
2. Das serielle IR-Kabel mit dem seriellen Anschluss am PC und der Infrarot-Schnittstelle am PV-Analysator verbinden. Siehe [Abbildung 2](#).

Abbildung 2. Anschließen des seriellen Infrarot-Kabels



3. Am PC das TruTest Softwareprogramm öffnen.
4. Den PV-Analysator einschalten.
5. Detaillierte Hinweise zur Einstellung des Datum/Zeit-Stempels und zum Übertragen der Daten aus dem PV-Analysator sind im Bedienungshandbuch der *TruTest™ Data Management Software* zu finden.

Herunterladen der PV-Modell-Daten

Detaillierte Hinweise zum Herunterladen der PV-Modell-Daten sind im Bedienungshandbuch der *TruTest™ Data Management Software* zu finden.

Wartung

⚠️ ⚠️ Warnungen

Zur Vermeidung von Stromschlag, Brand oder Verletzungen sind folgende Hinweise zu beachten:

- Um ein Auslaufen der Batterien zu verhindern, muss sichergestellt werden, dass die Polarität korrekt ist.
- Sollte eine Batterie ausgelaufen sein, muss das Produkt vor einer erneuten Inbetriebnahme repariert werden.
- Das Produkt nur von einem zugelassenen Techniker reparieren lassen.
- Nur die angegebenen Ersatzteile verwenden.
- Eine durchgebrannte Sicherung gegen eine neue Sicherung vom gleichen Typ austauschen, um den Schutz vor Lichtbögen aufrechtzuerhalten.
- Das Gerät nicht verwenden, wenn Abdeckungen entfernt wurden oder das Gehäuse geöffnet ist. Anderenfalls kann es zum Berühren gefährlicher Spannungen kommen.
- Vor der Reinigung des Geräts alle Eingangssignale vom Gerät entfernen.


Das Gehäuse von Zeit zu Zeit mit einem feuchten Tuch und einem milden Reinigungsmittel abwischen. Keine Scheuer- oder Lösungsmittel verwenden. Schmutz und/oder Feuchtigkeit in den Anschlüssen kann die Messwerte beeinträchtigen.

Reinigen der Anschlüsse:

1. Den PV-Analysator ausschalten und alle Messleitungen entfernen.
2. Schmutz, der sich in den Buchsen verfangen hat, herausschütteln.
3. Ein sauberes Baumwolltuch mit Alkohol anfeuchten und das Innere jeder Anschlussbuchse reinigen.


Tabelle 8 enthält eine Liste der austauschbaren Teile des Geräts.

Tabelle 8. Ersatzteile

Beschreibung	Teilenummer
 Sicherung, FF 630 mA 1000 V IR 30 kA für den PV-Analysator	5335526
Batterierhalterung	1676850
Batteriefachabdeckung	5330087


Austauschen der Sicherung

Austauschen der Sicherung (siehe [Abbildung 3](#)):

1.  drücken, um den PV-Analysator auszuschalten.
2. Die Messleitungen von den Anschlüssen trennen.
3. Mit einem standardmäßigen flachen Schraubendreher die Schrauben (x3) am Batteriefachdeckel eine Vierteldrehung gegen den Uhrzeigersinn drehen und den Batteriefachdeckel abnehmen.
4. Die Sicherung austauschen.
5. Den Batteriefachdeckel wieder anbringen.
6. Die Schrauben des Batteriefachdeckels eine Vierteldrehung im Uhrzeigersinn drehen, um den Deckel wieder zu befestigen.
7. Die Batteriespannung wird auf der sekundären Anzeige angezeigt.

Warnung

Zur Vermeidung von Stromschlag oder Verletzungen aufgrund falscher Messungen:

- **Die Batterien austauschen, wenn das Symbol  leere Batterie angezeigt wird.**
- **Beim Einsetzen der Batterie auf die richtige Polarität achten. Falsches Einsetzen der Batterie kann zum Auslaufen führen.**

Austauschen der Batterien

Die Batterien gegen sechs AA-Batterien austauschen. Das Gerät wird mit Alkalibatterien geliefert.

⚠⚠ Warnung

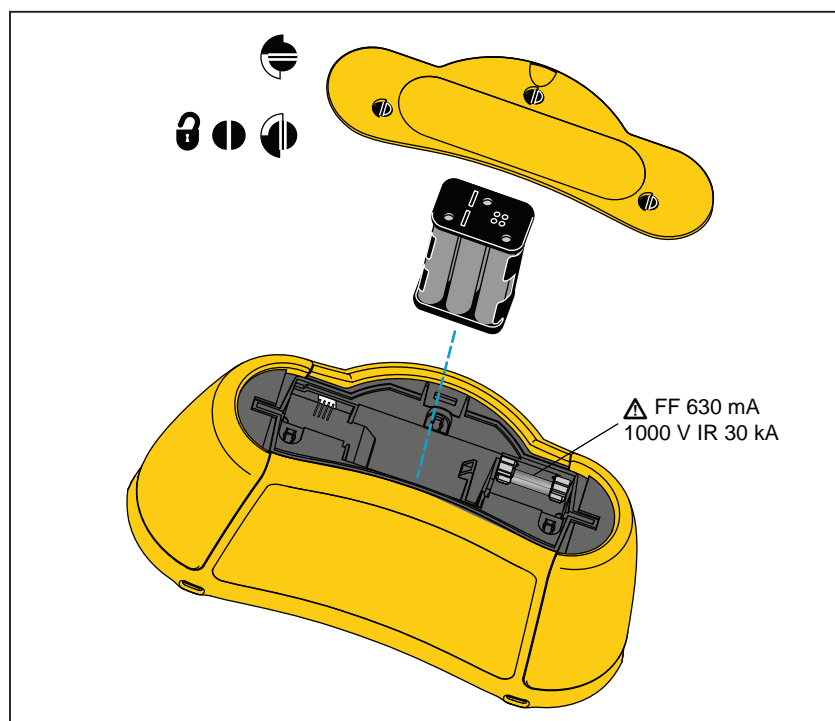
Zur Vermeidung von Stromschlag, Brand oder Verletzungen sind folgende Hinweise zu beachten:

- Vor dem Austauschen der Batterie die Messleitungen und alle Signaleingänge entfernen.
- **AUSSCHLIESSLICH** Ersatzsicherungen mit den angegebenen Nennwerten für Stromstärke, Spannung und Auslösegeschwindigkeit verwenden, die im Abschnitt *Spezifikationen* dieses Benutzerhandbuchs angegeben sind.

Austauschen der Batterien (siehe [Abbildung 3](#)):

1. ⓐ drücken, um den PV-Analysator auszuschalten.
2. Die Messleitungen von den Anschlüssen trennen.
3. Mit einem standardmäßigen flachen Schraubendreher die Schrauben (x3) am Batteriefachdeckel eine Vierteldrehung gegen den Uhrzeigersinn drehen und den Batteriefachdeckel abnehmen.
4. Druck auf die Verriegelung ausüben und die Batteriehalterung aus dem Gerät schieben.
5. Die Batterien austauschen.
6. Die Batteriehalterung und den Batteriefachdeckel wieder einsetzen.
7. Die Schrauben des Batteriefachdeckels eine Vierteldrehung im Uhrzeigersinn drehen, um den Deckel wieder zu befestigen.

Abbildung 3. Austauschen der Batterien



Entsorgung des Produkts

Das Produkt fachgerecht und umweltgerecht entsorgen:

- Vor der Entsorgung personenbezogene Daten im Produkt löschen.
- Vor der Entsorgung die Batterien herausnehmen, die nicht in das elektrische System integriert sind, und die Batterien getrennt entsorgen.
- Wenn das Produkt einen fest verbauten Akku besitzt, das gesamte Produkt zum Elektronikschrott geben.