I-V600

Bedienungsanleitung



© Copyright HT ITALIA 2025

Ausführung DE 2.06HT - 27/05/2025

INHALT

1. SICHERHEITSMAßNAHMEN UND -VERFAHREN 3
1.1. Vorbemerkungen 3
1.2. Während der Verwendung 4
1.3. Nach der Verwendung 4
1.4. Definition der Messkategorie (Überspannung) 4
2. ALLGEMEINE BESCHREIBUNG 5
2.1. Einführung 5
2.2. Funktionsweise des Instruments 5
3. VORBEREITUNG ZUM GEBRAUCH 6
3.1. Vorbereitende Prüfung 6
3.2. Versorgung des MessInstruments 6
3.3. Lagerung 6
4. NOMENKLATUR 7
4.1. Beschreibung des Instruments 7
4.2. Beschreibung der Funktionstasten 8
4.3. Displayanzeigen-Beschreibung 9
4.4. Startbildschirm 10
4.5. Seitliches Menü 10
4.6. Status-Beschreibung Fernstation SOLAR03 10
4.7. Hängende Verwendung des Instruments mit Gurt 11
5. HAUPTMENÜ 13
5.1. Hilfe 13
5.2. Instrumenteeinstellungen 14
5.3. Informationen 15
6. ANWEISUNGEN ZUM GEBRAUCH 16
6.1. DMM – Funktion Multimeter 16
6.2. SOLAR03 – Fernstation 17
6.3. DB – PV-Modul-Datenbankverwaltung 22
6.3.1. Festlegen eines neuen PV-Moduls 24
6.3.2. Änderung eines bestehenden PV-Moduls 25
6.3.3. Suche nach PV-Modulen in der Datenbank 26
6.3.4. Löschen eines PV-Moduls 27
6.3.5. PV-Moduldatenbank zurücksetzen 28
6.4. I-V – Messung der I-U-Kurve (Kennlinienmessung) 29
6.4.1. Allgemeines 29
6.4.2. I-U-Kurven-Messung ohne SOLAR03-Fernstation 30
6.4.3. I-U-Kurven-Messung mit SOLAR03 nicht im Aufzeichnungsmodus 34
6.4.4. I-U-Kurvenmessung mit Fernstation SOLAR03 bei synchroner Aufzeichnung 40
6.4.5. Messwerteerklärung 47
6.4.6. Anomalien 49
6.5. Liste der Fehlermeldungen angezeigten 52
6.5.1. Beschreibung der Debug-Prozedur 53
6.6. IVCK – Messung von PV-Modulen & Strings (EN62446-1) 56
6.6.1. Allgemeines 56
6.6.2. IVCK-Test ohne SOLAR03 Fernstation 57
6.6.3. IVCK-Test mit Fernstation SOLAR03 im direkten Zusammenhang 62
6.6.4. IVCK-Test mit Fernstation SOLAR03 bei synchroner Aufzeichnung 66
6.6.5. Messwerteerklärung 73
7. MEM – ERGEBNIS-SPEICHERUNG 76
7.1. Speicherung von Messwerten 76
7.2. Abruf der Ergebnisse auf dem Display 80
7.3. Löschen der Ergebnisse 83
7.3.1. Anomalien 85
8. ANSCHLIEßEN DES INSTRUMENTS AN EINEN PC 87
9. WARTUNG 88
9.1. Allgemeines 88

9.2. Auswechseln oder Aufladen der internen Batterien 88
9.3. Reinigung des Instruments 88
10. TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN 89
10.1. Technische Merkmale 89
10.2. Allgemeine Eigenschaften 90
10.3. Klimabedingungen für den Gebrauch 91
10.4. Zubehör 91
11. ANHANG 92
11.1. Messung der I-U-Kennlinie 92
11.1.1. Theoretische Aspekte zur Messung der I-U-Kennlinie 92
11.2. Typische I-U-Kurven-Messfehler und mögliche Lösungen 93
11.3. Berechnung prozentualen jährlichen Leistungsabfall 95
12. KUNDENDIENST 98
12.1. Garantiebedingungen 98
12.2. Kundendienst 98

1. SICHERHEITSMAßNAHMEN UND -VERFAHREN

Das Instrument wurde gemäß der Richtlinie IEC/EN 61010-1 für elektronische Messgeräte entwickelt. Befolgen Sie vor und während der Messungen die nachstehenden Anweisungen und lesen Sie insbesondere alle Hinweise, denen das Symbol ⚠ vorangestellt ist.

- Unterlassen Sie Spannungs- oder Strommessungen in feuchter Umgebung.
- Benutzen Sie das Instrument nicht in Umgebungen mit explosivem oder brennbarem Gas oder Material, Dampf oder Staub.
- Berühren Sie den zu messender Stromkreis nicht, wenn Sie keine Messung durchführen.
- Vermeiden Sie den Kontakt mit freiliegenden Metallteilen, unbenutzten Messanschlüssen, Stromkreisen usw.
- Führen Sie keine Messungen durch, wenn Sie Defekte am Instrument feststellen, wie z.B. Verformungen, Bruchstellen, Auslaufen von Substanzen, fehlende Display-Anzeige
- Benutzen Sie ausschließlich Originalzubehör von HT
- **Bevor Sie den Koffer schließen, stellen Sie sicher sich darin kein Gegenstand befindet, um das Display des Instruments nicht zu beschädigen.**

WARNUNG

Das Instrument kann **nur an Strings oder PV-Module** angeschlossen werden. Um mögliche Schäden zu vermeiden, darf es **nicht in Verbindung** mit anderen Stromquellen und/oder elektronischen Geräten verwendet werden

In diesem Handbuch und auf dem Instrument werden folgende Symbole verwendet:

WARNUNG: Befolgen Sie die in diesem Handbuch enthaltenen Anweisungen. Eine unsachgemäße Verwendung kann zu Schäden am Instrument oder seinen Komponenten führen

Vorsicht Hochspannung: Stromschlaggefahr

Doppelte Isolierung

Gleichspannung bzw. Gleichstrom (DC)

Das abgebildete Symbol weist darauf hin, dass das Instrument, sein Zubehör und die internen Batterien getrennt gesammelt und ordnungsgemäß behandelt werden müssen

1.1. VORBEMERKUNGEN

- **Das Instrument wurde für den Einsatz unter den in § 10.3 angegebenen Umgebungsbedingungen entwickelt. Das Vorhandensein erheblich unterschiedlicher Umgebungsbedingungen kann die Sicherheit des Instruments und des Bedieners gefährden. Warten Sie auf jeden Fall vor der Verwendung, bis sich die Zustände im Inneren des Instruments mit den Zuständen der Umgebung, in der es betrieben wird, angepasst hat.**
- Das Instrument kann für **SPANNUNGS-** und **STROMMESSUNGEN** in CAT III 1500V DC mit maximaler Spannung von 1500VDC zwischen den Eingängen und maximalem Strom von 40A verwendet werden. Nicht an Stromkreisen verwenden, die die in § 10.1 angegebenen Grenzwerte überschreiten.
- Bitte beachten Sie auch die üblichen Sicherheitsvorschriften zum Schutz vor gefährlichem Strom und zum Schutz des Instruments vor Missbrauch.
- Die Einhaltung der Sicherheitsstandards ist nur durch das mit dem Instrument mitgelieferte Zubehör gewährleistet. Es muss in gutem Zustand sein und gegebenenfalls durch identische Modelle ersetzt werden.
- Vergewissern Sie sich, dass die Batterien richtig eingelegt sind.
- Bevor Sie die Messkabel an den zu testenden Stromkreis anschließen, stellen Sie sicher, dass die gewünschte Funktion ausgewählt wurde.

1.2. WÄHREND DER VERWENDUNG

Bitte lesen Sie die folgenden Empfehlungen und Anweisungen sorgfältig durch:

WARNUNG

- Die Nichtbeachtung der Hinweise und/oder Anweisungen kann zu Schäden am Instrument und/oder seinen Komponenten führen oder eine Gefahrenquelle für den Bediener darstellen.
- Keinen unbenutzten Messanschluss berühren.
- Die Kabel während der Messung nicht trennen.
- Das Batteriefach nicht öffnen, wenn Messleitungen angeschlossen sind.
- Das Symbol „“ zeigt den vollen Ladezustand der internen Batterien an. Wenn der Ladezustand auf ein Minimum sinkt, wird auf dem Display das Symbol „“ angezeigt. In diesem Fall unterbrechen Sie die Tests und ersetzen oder laden Sie die Batterien gemäß § 9.2.
- **Das Instrument lädt die Batterien nicht bei Temperaturen außerhalb des zulässigen Bereichs (0 °C bis 40 °C).**
- **Die im Gerät gespeicherten Daten bleiben auch ohne Batterien erhalten.**

1.3. NACH DER VERWENDUNG

Nach Abschluss der Messungen bitte das Messinstrument ausschalten, indem Sie die Taste **ON/OFF** einige Sekunden lang gedrückt halten. Wenn Sie planen, das Instrument längere Zeit nicht zu benutzen, entfernen Sie die Batterien und befolgen Sie die Anweisungen in § 3.3.

1.4. DEFINITION DER MESSKATEGORIE (ÜBERSPANNUNG)

Die Norm “IEC/EN61010-1: Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Labor Instrumente, Teil 1: Allgemeine Anforderungen“ definiert, was unter einer Messkategorie zu verstehen ist, die gemeinhin als Überspannungskategorie bezeichnet wird. Unter § 6.7.4: Messung von Stromkreisen, steht:
Schaltkreise sind in die folgenden Messkategorien verteilt:

- **Messkategorie IV** steht für Messungen, die an der Einspeisung einer Niederspannungsinstallation vorgenommen werden.
  Beispiele hierfür sind elektrische Messinstrumente und Messungen an primären Schutzeinrichtungen gegen Überstrom.
- **Messkategorie III** steht für Messungen, an Gebäudeinstallationen durchgeführt
  Beispiele sind Messungen an Verteilern, Unterbrecherschaltern, Verkabelungen einschließlich Leitungen, Stromschienen, Anschlusskästen, Schaltern, Steckdosen in festen Installationen und Instrumente für den industriellen Einsatz sowie einige andere Instrumente wie z.B. stationäre Motoren mit permanentem Anschluss an feste Installationen.
- **Messkategorie II** steht für Messungen an Stromkreisen, die direkt an Niederspannungsinstallationen angeschlossen sind.
  Beispiele hierfür sind Messungen an Haushalts Instrumenten, tragbaren Werkzeugen und ähnlichen Instrumenten.
- **Messkategorie I** steht für Messungen, die an Stromkreisen durchgeführt werden, die nicht direkt an das HAUPTNETZ angeschlossen sind.
  Beispiele hierfür sind Messungen an Stromkreisen, die nicht vom HAUPTNETZ abzweigen bzw. speziell (intern) abgesicherte, vom HAUPTNETZ abzweigende Stromkreise. Im zweiten Fall sind die Transienten-Belastungen variabel; aus diesem Grund erfordert die Norm, dass die Transienten Festigkeit des Instruments dem Benutzer bekannt sein muss.

2. ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

2.1. EINFÜHRUNG

Das Instrument ist für die Durchführung von Leistungsmessungen (I-U-Kennlinie) und schnellen Vortests (Leerlaufspannung & Kurzschlusstrom / IVCK) von Photovoltaik (PV)-Modulen/-Strings gemäß IEC/EN60891 und IEC/EN62446-1 konzipiert.

2.2. FUNKTIONSWEISE DES INSTRUMENTS

Das Instrument kann Prüfungen an Monofazialen und Bifazialen (bifacial) Modulen/Strings bis zu 1500VDC, 40ADC durchführen.

Messung I-U-Kennlinie

Folgende Funktionen sind auf dem Instrument verfügbar:

- Aktivierung der Messung im manuellen und automatischen Modus (*)
- Spannungs-/Strom-/Leistungsmessungen, gemessen unter Betriebsbedingungen (@OPC)
- Spannungs-/Strom-/Leistungsmessungen bezogen auf Standardbedingungen (@STC) gemäß Norm IEC/EN60891
- I-U-Kennlinie & Leistungs-/Spannungskurve unter @OPC- und @STC-Bedingungen
- Direkter Vergleich der @STC-Werte mit den vom Hersteller angegebenen Nennwerten und Anzeige des Ergebnisses OK/NO
- **Tests auch an PV-Modulen mit einem Wirkungsgrad von >19 %**

Vortest (IVCK)-Messungen

- Messung der Leerlaufspannung Voc
- Messung des Kurzschlussstroms Isc
- Anzeige der Ergebnisse unter @OPC- & @STC-Bedingungen gemäß IEC/EN62446-1 und IEC/60891
- OK/NO-Bewertung der Ergebnisse
- **Tests auch an PV-Modulen mit einem Wirkungsgrad von >19 %**

Allgemeine Eigenschaften

- Instrument im Transportkoffer mit mechanischem Schutz IP67
- Sicherheits-Schieber an den Eingängen
- Großes Farbdisplay (800x480pxl) mit kapazitivem Touchscreen
- Interne symbolbasierte Menüs für eine intuitive Benutzeroberfläche
- Automatische Abschaltung (deaktivierbar) nach ca. 5 Minuten Nichtbenutzung
- HELP-Funktion für Informationen zu den Instrumenteanschlüssen
- Die Stromversorgung des Instruments erfolgt über Alkali-Batterien oder NiMH-Akkus aufladbar über mitgeliefertes externes Netzteil
- Messung der vorderen und hinteren Einstrahlungsstärke und der Temperatur von PV-Modulen über Bluetooth-Verbindung mit Fernstation **SOLAR03**, Referenzzelle **HT305** und Temperatursonde **PT305**
- Individuell anpassbare interne Datenbank zur Verwaltung von bis 63,000 PV-Modulen
- 32GB-Speicherkarte (nicht erweiterbar) zur Datenspeicherung
- USB-C- und WiFi-Schnittstelle für die Datenübertragung zum PC und spezielle APP (*)

(*) Die angegebenen Merkmale sind möglicherweise nur für bestimmte Modelle verfügbar.

3. VORBEREITUNG ZUM GEBRAUCH

3.1. VORBEREITENDE PRÜFUNG

Vor dem Versand wurden Elektronik und Mechanik des MessInstruments sorgfältig überprüft. Zur Auslieferung des Instruments in optimalem Zustand wurden die bestmöglichen Vorkehrungen getroffen. In jedem Fall ist es ratsam, es auf eventuelle Transportschäden zu überprüfen. Sollten Sie Anomalien feststellen, wenden Sie sich bitte sofort an Ihren Händler. Es ist auch ratsam zu überprüfen, ob die Verpackung alle in § 10.4 aufgeführten Teile enthält. Bei Unstimmigkeiten wenden Sie sich bitte an Ihren Händler. Sollte es notwendig werden, das Instrument zurückzuschicken, bitte folgen Sie den Anweisungen in § 12

3.2. VERSORGUNG DES MESSINSTRUMENTS

Das Instrument wird mit 8x1,5V Alkali-Batterien des Typs AA oder 8x1,2V NiMH-Akkus des Typs AA betrieben, die wiederaufladbar sind über mitgeliefertes externes Netzteil

Für Informationen zum Batteriebetrieb siehe § 9.2. Das Symbol „“ zeigt den vollen Ladezustand der internen Batterien an. Wenn der Ladezustand auf ein Minimum sinkt, wird auf dem Display das Symbol „“ angezeigt. Brechen Sie in diesem Fall den Test ab und tauschen Sie die Alkali-Batterien aus oder laden Sie die NiMH-Akkus gemäß § 9.2 auf.

WARNUNG

- **Die vom Instrument gespeicherten Daten gehen auch ohne Batterien nicht verloren**
- **Das Instrument lädt die Batterien nicht bei Temperaturen außerhalb des zulässigen Bereichs (0 °C bis 40 °C)**

3.3. LAGERUNG

Das Instrument wurde für den Einsatz unter den in § 10.3 angegebenen Umgebungsbedingungen entwickelt. Das Vorhandensein erheblich unterschiedlicher Umgebungsbedingungen kann die Sicherheit des Instruments und des Bedieners gefährden und/oder keine präzisen Messungen gewährleisten.
Nach einer längeren Lagerung und/oder unter extremen Umgebungsbedingungen sollten Sie warten, bis die Bedingungen im Inneren des Instruments mit denen der Umgebung, in der es betrieben wird, vergleichbar sind, bevor Sie es verwenden.

WARNUNG

Das Instrument aktiviert automatisch ein Einschalten der Kühlventilatoren bei Überhitzung

4. NOMENKLATUR

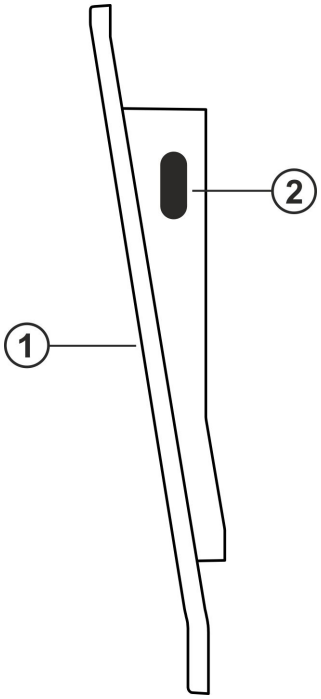
4.1. BESCHREIBUNG DES INSTRUMENTS



LEGENDE:

1. Eingänge **C1, P1, C2, P2**
2. Frontplatte
3. Touchscreen-Display
4. **ON/OFF** Ein-/Ausschalter
5. **START/STOP**-Taste
6. Batteriefachdeckel
7. Befestigungsschraube Batteriefachdeckel
8. Eingang für externes Netzteil
9. Schieber für Anschlüsse

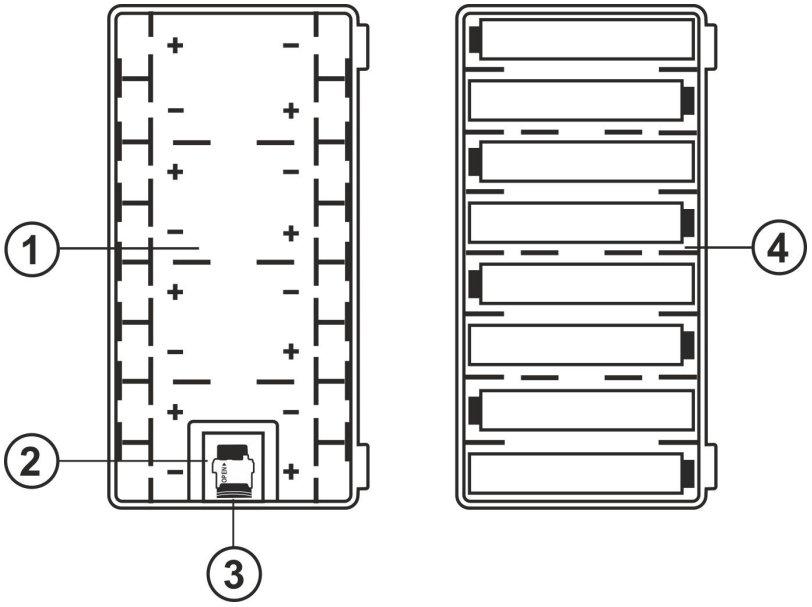
Abb. 1: Darstellung Frontseite des Instruments



LEGENDE:

1. Frontplatte
2. USB-C-Anschluss für PC-Verbindung

Abb. 2: Darstellung Seite des Instruments



LEGENDE:

1. Batteriefach mit Anzeige der Batteriepolung
2. Speicherkarten-Steckplatz
3. Speicherkarte
4. Positionierung der Batterien im Inneren des Fachs

Abb. 3: Darstellung Batteriefach des Instruments

WARNUNG

Die Speicherkarte (siehe Abb. 3 – Teil 3) verwaltet nicht nur die Datenspeicherung, sondern enthält auch grundlegende Informationen zu den internen Funktionen des Geräts und darf **NICHT entfernt, verändert oder ersetzt** werden, es sei denn, dies wird ausdrücklich vom HT-Kundendienst verlangt

4.2. BESCHREIBUNG DER FUNKTIONSTASTEN

Das Instrument verfügt über folgende Funktionstasten:

- **ON/OFF**-Taste → Drücken Sie die Taste **mindestens 2s** lang, um das Instrument ein- oder auszuschalten. Beim Einschalten umgibt ein grünes Licht die Taste für einen Augenblick



- **ON/OFF**-Taste → **Wenn eine** externe Stromversorgung angeschlossen ist, schaltet das Instrument **nach 30 Sekunden Inaktivität** (keine Aktion auf der Tastatur und dem Touchscreen, keine Übertragung von Befehlen über USB/WiFi, keine Trennung der Stromversorgung) das Display aus und es blinkt ein grünes Licht umgibt die Schaltfläche. **Tippen Sie zweimal** auf den Touchscreen oder führen Sie eine andere Aktion aus, um das Display wieder einzuschalten

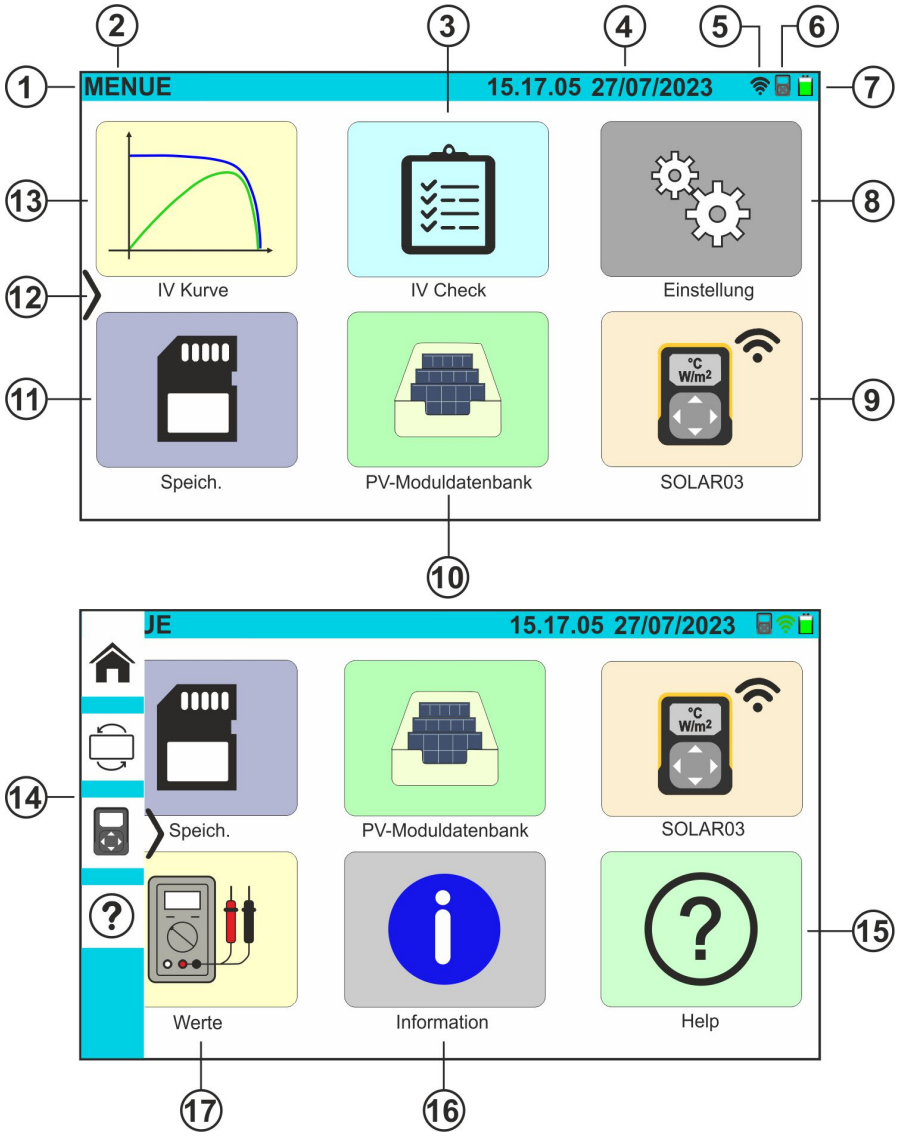


- **ON/OFF**-Taste → **Wenn keine** externe Stromversorgung angeschlossen ist, schaltet das Instrument **nach 30 Sekunden Inaktivität** (keine Aktion auf der Tastatur und dem Touchscreen, keine Übertragung von Befehlen über USB/WiFi, keine Trennung der Eingangsanschlüsse) das Display aus und ein **rotes** Blinklicht Licht umgibt den Schlüssel. **Tippen Sie zweimal** auf den Touchscreen oder führen Sie eine andere Aktion aus, um das Display wieder einzuschalten



- **START/STOP**-Taste → Drücken Sie die Taste, um eine Messung zu starten. Beim Einschalten umgibt ein grünes Licht die Taste für einen Augenblick

4.3. DISPLAYANZEIGEN-BESCHREIBUNG



LEGENDE:

1. System-Leiste
2. Anzeige aktiv Menü
3. Funktionssymbol **IV Check**
4. Anzeige von System-Datum/Uhrzeit
5. Anzeige aktive WiFi-Verbindung
6. Anzeige SOLAR03 verbunden
7. Anzeige Batterieladestand
8. Symbol **Einstellung**
9. Symbol **SOLAR03**
10. Symbol **PV-Moduldatenbank**
11. Symbol **Speicher**
12. Symbol Aktivierung/Deaktivierung seitliche Menüleiste
13. Symbol **I-V Kurve**
14. Seitliche Menüleiste
15. Symbol **Help**
16. Symbol **Information**
17. Symbol **Werte**

Abb. 4: Displayanzeigen-Beschreibung

WARNUNG

Wenn die Touchscreen-Anzeige einfriert oder sich ungewöhnlich verhält:

- Wenn die S/N des Instruments **< 24020546** ist → **Schicken Sie das Instrument zur Unterstützung zurück ins Werk an die Serviceabteilung**
- Wenn das S/N des Instruments **≥24020546** ist → könnte das Problem auf EM-Einflüsse vom Wechselrichter oder von den String-Verbindungskabeln zurückzuführen sein. Führen Sie die folgenden Aktionen aus:
  - ➢ Trennen Sie alle Messkabel vom Instrument
  - ➢ Trennen Sie die String-Anschlusskabel vom Wechselrichter
  - ➢ Prüfen Sie, ob die Stringkabel keinen Kontakt zu anderen Spannungsquellen haben, ggf. schalten Sie diese Kabel spannungsfrei

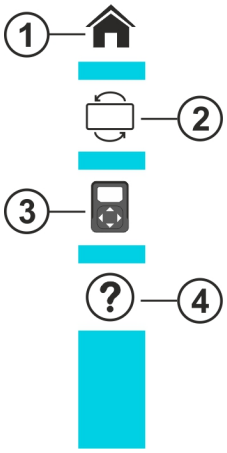
4.4. STARTBILDSCHIRM



Beim Einschalten zeigt das Instrument einige Augenblicke lang den Startbildschirm an, bevor es in das Hauptmenü wechselt. Darin werden angezeigt:

- Das Herstellerlogo
- Modellbezeichnung
- Die Seriennr. des Instruments (S/N:)
- Interne Firmware (FW)- und Hardware (HW)-Versionen
- Das Datum der zuletzt durchgeführten Kalibrierung des Instruments (Kalibrierdatum:)

4.5. SEITLICHES MENÜ



Durch Berühren des Symbols „❯“ öffnen/schließen Sie die seitliche Menüleiste, wie in der nebenstehenden Abbildung gezeigt. Folgende Symbole sind verfügbar:

1. Symbol **HOME**, → ermöglicht die Rückkehr zum Hauptmenü von jedem Bildschirm aus.
2. Symbol **REVERSE**, →) dreht das Display zum Ablesen von Werten, wenn Sie das Instrument hängend verwenden (siehe § 4.7).
3. Symbol **SOLAR03**, → öffnet den Bereich zur Verwaltung der Fernstation **SOLAR03** von jedem Bildschirm aus.
4. Symbol **HELP**, → öffnet den Bereich „Help“ von jedem Bildschirm aus.

4.6. STATUS-BESCHREIBUNG FERNSTATION SOLAR03

Je nachdem, wie sie in Verbindung mit dem Instrument verwendet wird, kann die Fernstation **SOLAR03** folgenden Status annehmen, der durch das Symbol oben auf dem Display gekennzeichnet ist (siehe Abb. 4 – Teil 5):


Fernstation SOLAR03 mit dem Instrument verbunden



Fernstation SOLAR03 mit dem Instrument verbunden und zeichnet auf


Fernstation SOLAR03 **NICHT** mit dem Instrument **verbunden**



Fernstation SOLAR03 zeichnet auf, ist aber außerhalb des Verbindungsbereichs

4.7. HÄNGENDE VERWENDUNG DES INSTRUMENTS MIT GURT

Bei Messungen, bei denen es sinnvoll ist, das Instrument hängend zu verwenden, empfiehlt es sich, den Deckel des Koffers zu entfernen. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

1. Öffnen Sie den Koffer und drehen Sie die beiden Verriegelungsstifte wie in der folgenden Abb. 5

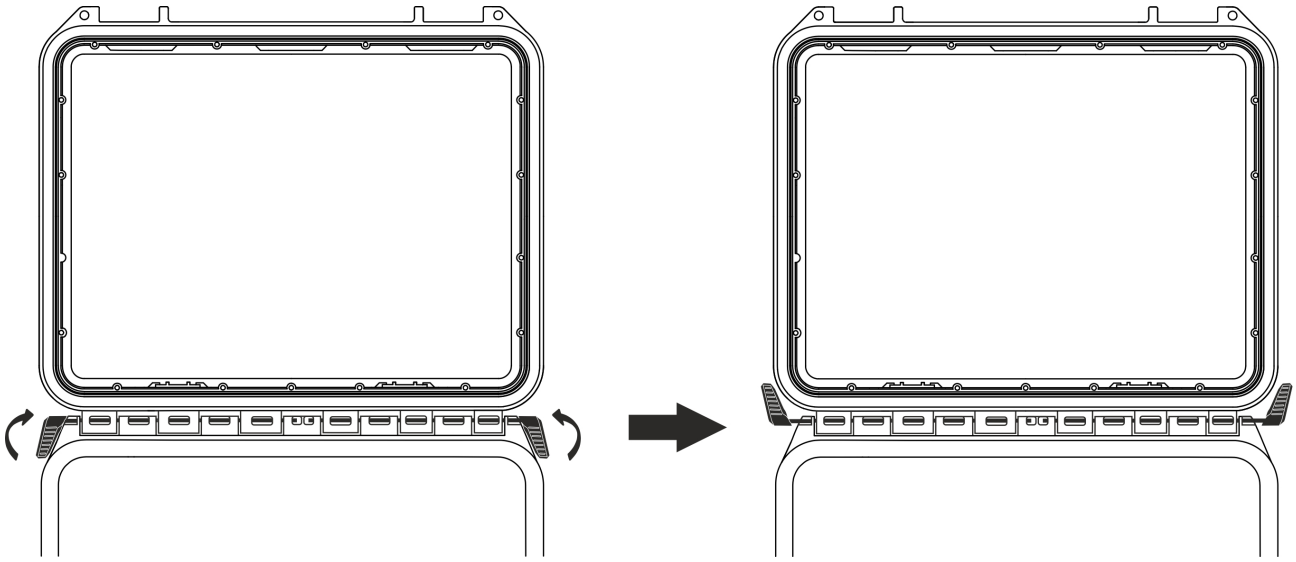


Abb. 5: Entfernen des Instrumente-Kofferdeckels – Schritt 1

2. Entfernen Sie die beiden Verriegelungsstifte, indem Sie sie nach außen ziehen, wie in der folgenden Abb. 6

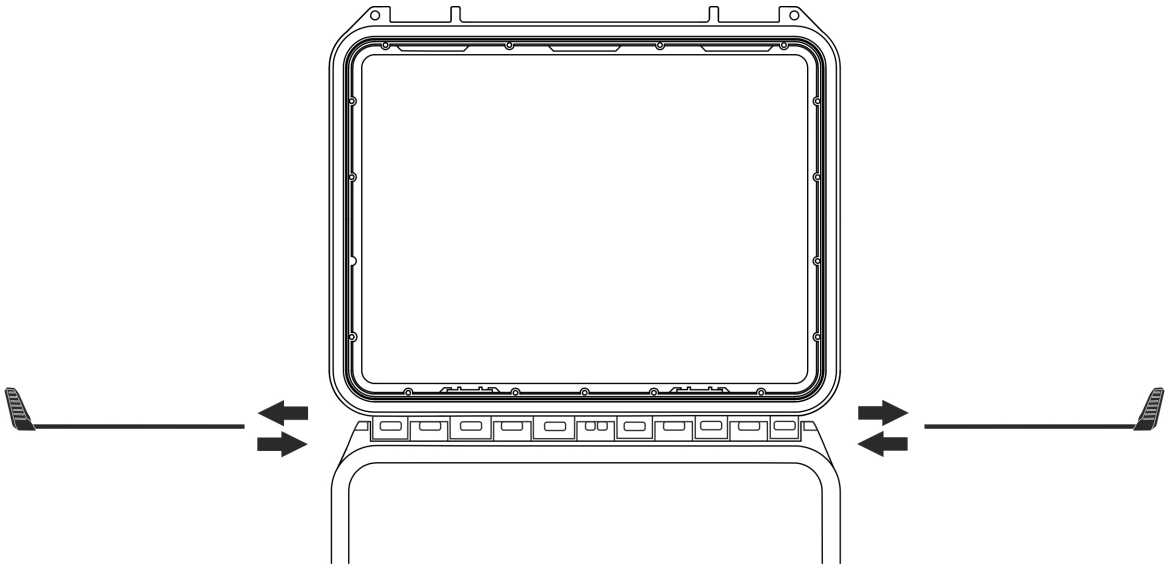


Abb. 6: Entfernen des Instrumente-Kofferdeckels – Schritt 2

3. Entfernen Sie den Kofferdeckel wie in Abb. 7

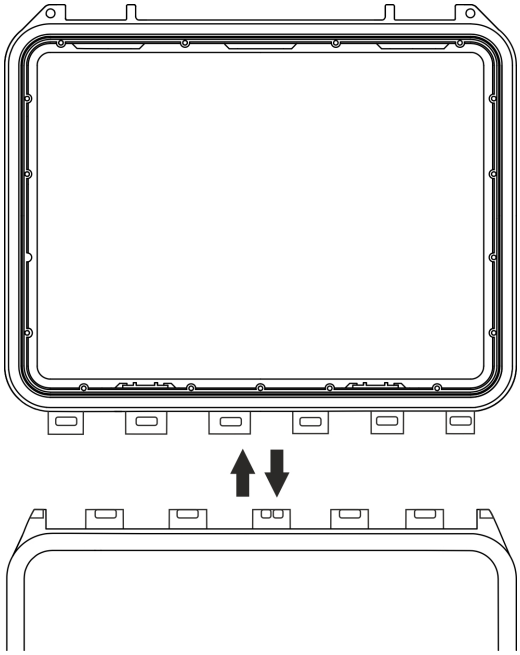


Abb. 7: Entfernen des Instrumente-Kofferdeckels – Schritt 3

4. Verbinden Sie den mitgelieferten Gurt **SP-2003** mit dem Instrument, wie in der folgenden Abb. 8 gezeigt. In diesem Fall ist es sinnvoll, die Display-Anzeige um 180° zu drehen, indem Sie im seitlichen Menü auf die Schaltfläche **REVERSE** tippen (siehe § 4.5) oder die Option „**Display drehen**“ aktivieren (siehe § 5.2)

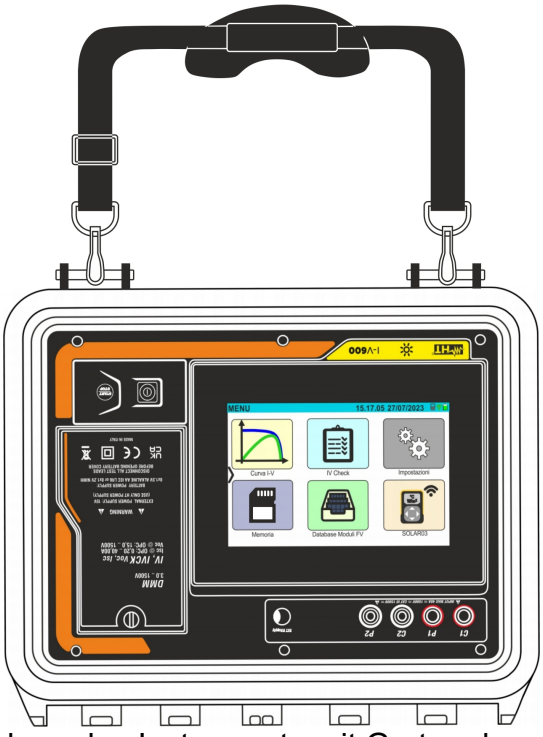
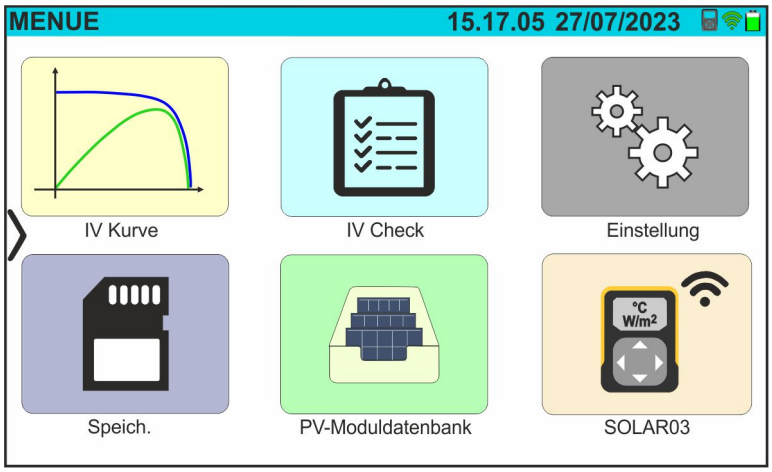


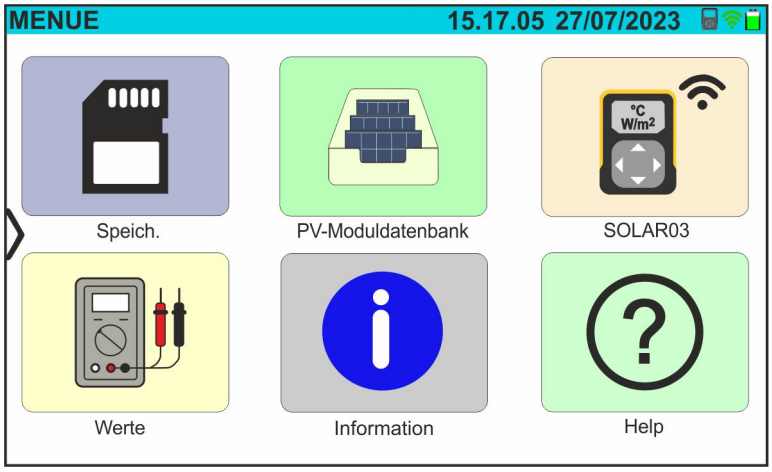
Abb. 8: Verwendung des Instruments mit Gurt und gedrehtem Display

5. Wiederholen Sie die Schritte 3), 2) und 1) in umgekehrter Reihenfolge, um den Kofferdeckel wieder anzubringen.

5. HAUPTMENÜ



Das Hauptmenü des Instruments enthält eine Reihe von Symbolen, die Zugriff auf Messungen und interne Einstellungen bieten.
Steuerung und Programmierung erfolgen ausschließlich über den Kontakt mit dem Touchscreen-Display ohne externe Funktionstasten.
Das Hauptmenü besteht aus zwei Seiten. Die erste Seite ist stets vorhanden, wenn das Instrument eingeschaltet wird.



Ziehen Sie Ihren Finger auf dem Display nach oben, um die zweite Seite aufzurufen, wie im nebenstehenden Bildschirm zu sehen ist.

5.1. HILFE

1. Tippen Sie im Hauptmenü auf das Symbol „**Help**“. Der folgende Bildschirm wird auf dem Display angezeigt:

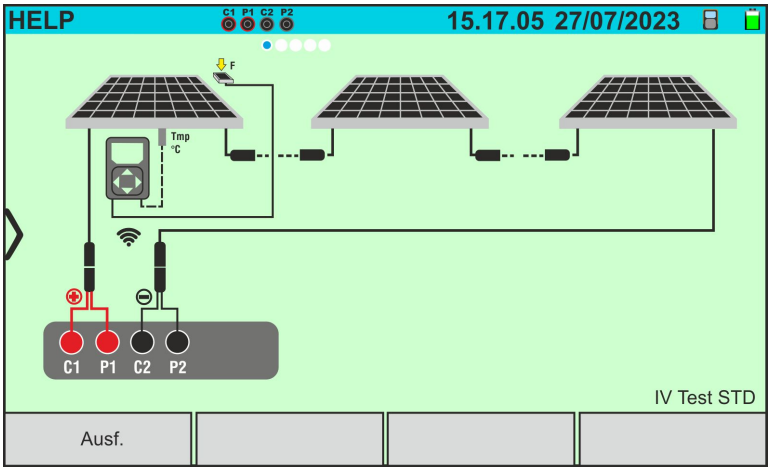


Abb. 9: Hilfe-Bildschirm beim Verbinden mit dem Instrument

2. Scrollen Sie auf dem Display nach links, um die Hilfe-Bildschirme für die verschiedenen vom Instrument durchgeführten Messungen anzuzeigen.
3. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Ausf**“, (Beenden) um das Menü zu verlassen und zum Hauptmenü zurückzukehren.

5.2. INSTRUMENTEEINSTELLUNGEN

1. Schalten Sie das Instrument mit der Taste **ON/OFF** ein.
2. Tippen Sie im Hauptmenü auf das Symbol „**Einstellung**“. Der folgende Bildschirm wird auf dem Display angezeigt.

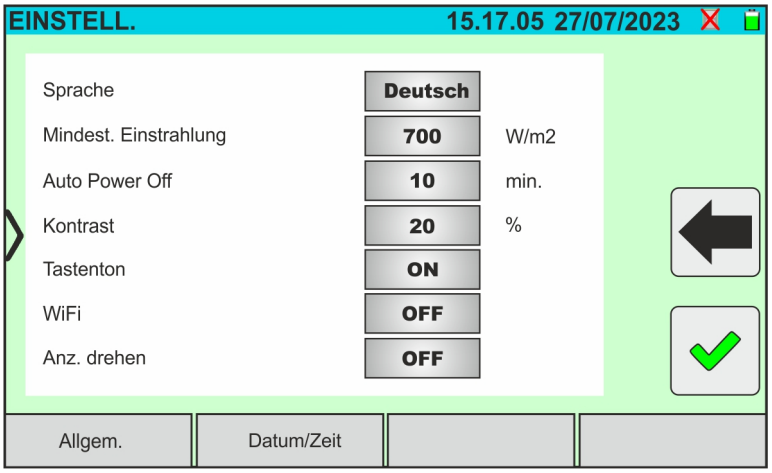


Abb. 10: Allgemeine Instrumenteeinstellungen

3. Ziehen Sie jedes der 7 verfügbaren Rädchen nach rechts oder links, um den gewünschten Wert für jeden Parameter im Abschnitt „Allgem.“ einzustellen. Folgende Optionen sind verfügbar:

   - **Sprache** → Einstellung der Systemsprache
   - **Mindest Einstrahlung** → Einstellung der Mindesteinstrahlung, die das Instrument bei I-U-Kurven- und IVCK-Messungen berücksichtigt, im Bereich: **100 W/m² ÷ 1100W/m²** in Schritten von 100 W/m²
   - **Auto Power Off** → Einstellung der Selbstabschaltungszeit des Instruments zwischen den Werten: **0min (Keine Selbstabschaltung), 1min ÷ 10min** in 1min-Schritten
   - **Kontrast** → Einstellung der prozentualen Stärke des Display-Kontrasts im Bereich: **0% ÷ 99%** in 5%-Schritten.
   - **Tastenton** → Aktivierung (**ON**) oder Deaktivierung (**OFF**) des Tastentons bei jeder Berührung des Touchscreen-Displays
   - **WiFi**→ Aktivierung (**ON**) oder Deaktivierung (**OFF**) der WiFi-Verbindung, die ausschließlich für die Verbindung des Instruments mit einem PC (über die Management-Software HTAgorà) oder mit mobilen Instrumenten (über die spezielle APP) verwendet werden kann (*)
   - **Anz. drehen** → Aktivierung (**ON**) oder Deaktivierung (**OFF**) der Display-Drehung (die Funktion kann auch über das seitliche Menü ausgeführt werden – siehe § 4.5)
   - **Datenbank zurück.** → siehe § 6.3.5

(*) Die angegebenen Merkmale sind möglicherweise nur für bestimmte Modelle verfügbar.

4. Tippen Sie auf das Symbol , um die Einstellungen zu speichern und zum Hauptmenü zurückzukehren, oder auf das Symbol , um das Menü ohne Speichern zu verlassen.

5. Tippen Sie auf „**Datum/Zeit**“, um das Systemdatum und die Uhrzeit einzustellen. Der folgende Bildschirm wird auf dem Display angezeigt:

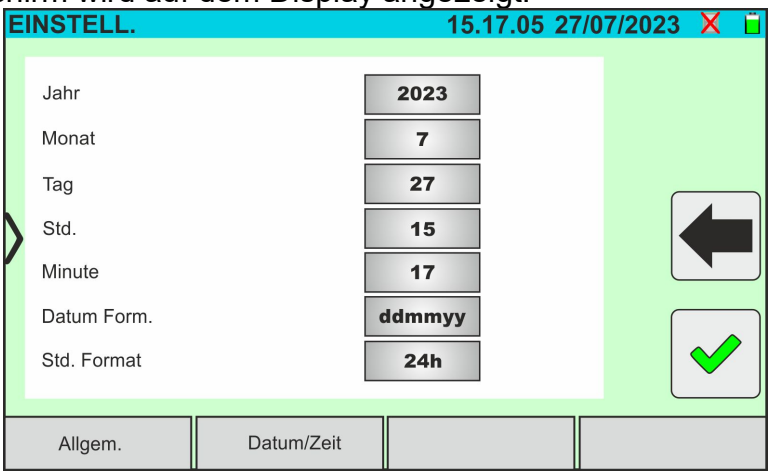


Abb. 11: System-Datum/Zeit einstellen

6. Ziehen Sie jedes der 7 verfügbaren Rädchen nach rechts oder links, um den gewünschten Wert für jeden Parameter im Bereich „Datum/Zeit“ einzustellen. Folgende Optionen sind verfügbar:

   - **Jahr** → Einstellung des aktuellen Jahres
   - **Mese** → Einstellung des aktuellen Monats
   - **Tag** → Einstellung des aktuellen Tages
   - **Std.** → Einstellung der aktuellen Stunde
   - **Minute** → Einstellung der aktuellen Minute
   - **Datum Form.** → Einstellung des Datumsformats unter den Optionen: „**ddmmyy**“ (Tag/Monat/Jahr) oder „**mmddyy**“ (Monat/Tag/Jahr)
   - **Std. Format** → Einstellung des Zeitformats unter den Optionen: „**24h**“ o „**12h**“ (UK-Notation - AM/PM)

7. Tippen Sie auf das Symbol , um die Einstellungen zu speichern und zum Hauptmenü zurückzukehren, oder auf das Symbol , um das Menü ohne Speichern zu verlassen.

5.3. INFORMATIONEN

1. Tippen Sie im Hauptmenü auf das Symbol „**Information**“. Der folgende Bildschirm mit den internen Informationen des Instruments wird auf dem Display angezeigt.



Abb. 12: Informationen zum Instrument

2. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Menue**“, um zum Hauptmenü zurückzukehren.

6. ANWEISUNGEN ZUM GEBRAUCH

6.1. DMM – FUNKTION MULTIMETER

In dieser Funktion zeigt das Instrument den Gleichspannungswert zwischen dem Pluspol (+) und dem Minuspol (-) des zu testenden PV-Moduls/Strings/Feldes an, sowie die Einstrahlungs- und Temperaturwerte im Falle des Anschlusses an die Fernstation SOLAR03.

1. Schalten Sie das Instrument mit der Taste **ON/OFF** ein.
2. Schließen Sie das Instrument an den zu testenden PV-String an, wie in Abb. 13

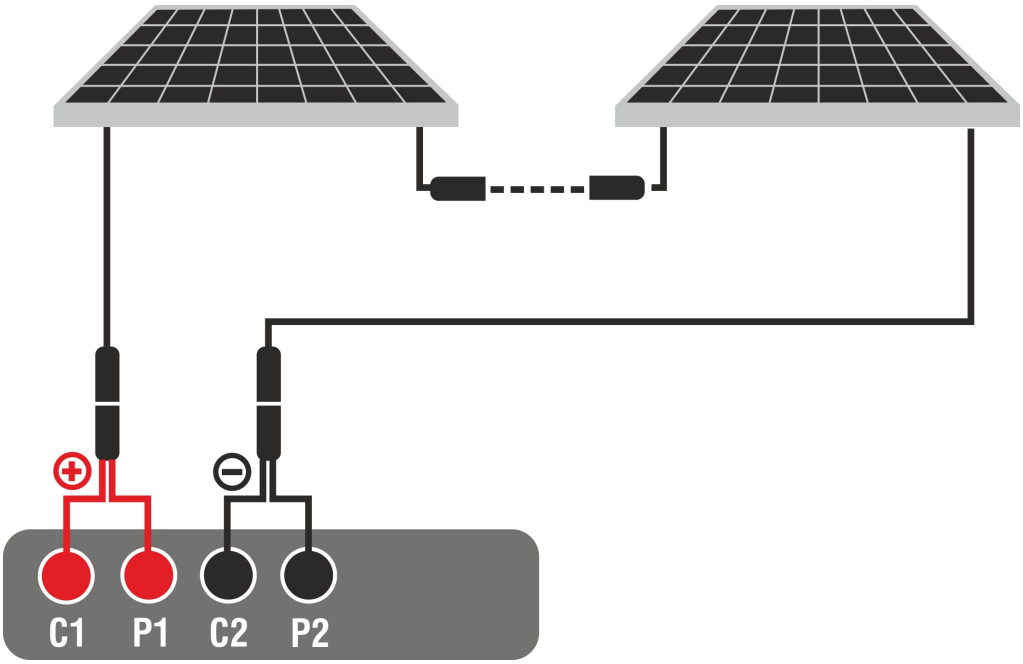


Abb. 13: Verbindung des Instruments in der Funktion DMM

3. Tippen Sie auf das Symbol „**Werte**“ auf der zweiten Seite des Hauptmenüs. Der Wert der Gleichspannung V P-N wird auf dem Display angezeigt, wie in Abb. 14. Tippen Sie auf die Schaltfläche „Menue“, um zum Hauptmenü zurückzukehren.

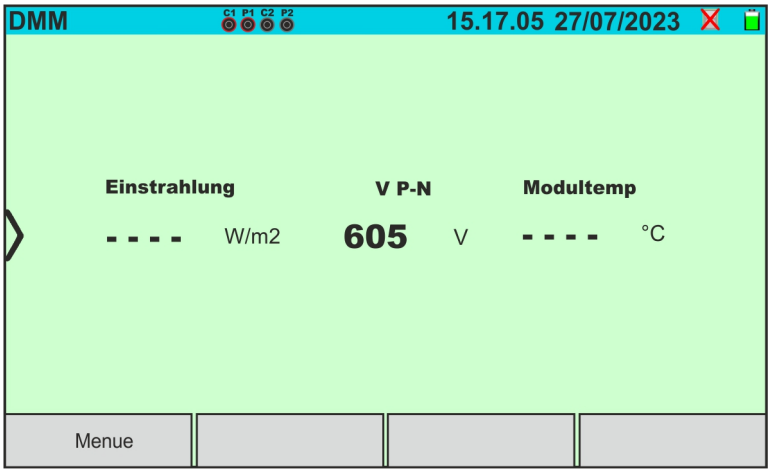


Abb. 14: Messbildschirm DMM-Funktion (SOLAR03 nicht verbunden)

WARNUNG

Die Ergebnisse der DMM-Funktion können nicht im Speicher des Instruments gespeichert werden.

6.2. SOLAR03 – FERNSTATION

Die Fernstation SOLAR03 ermöglicht die Messung der Einstrahlungs- und Temperaturwerte des Moduls, Größen, die für die Auswertung der I-U-Kurve und der IVCK-Messungen mit Werten, die sich auf @STC beziehen, unerlässlich sind. Im Allgemeinen können Instrument und SOLAR03 in **direkter Verbindung** oder **synchroner Aufzeichnung** arbeiten.

WARNUNG

- Die maximale direkte Verbindungsdistanz zwischen SOLAR03 und Instrument kann variieren, je nachdem, welche Hindernisse sich zwischen den beiden Instrumenten befinden und ob die Entfernung zwischen SOLAR03 und Instrument **> 50m in freier Luft** beträgt
- Die maximale Entfernung für die direkte Verbindung **ist ein Richtwert**, da sie stark von vielen unkontrollierbaren externen Variablen beeinflusst wird. **Der empfohlene Messmodus ist immer die „synchrone Aufzeichnung“** (siehe § 6.4.4), die während der Messung keine aktive Bluetooth-Verbindung erfordert und unabhängig von vorhandenen Hindernissen und der Ausdehnung des zu messenden Feldes **eine zuverlässige Messung gewährleistet in jeder Situation**

In diesem Abschnitt werden alle Vorgänge verwaltet, die mit der Fernstation SOLAR03 in Verbindung mit dem Instrument durchgeführt werden können. Insbesondere ist Folgendes möglich:

- Suchen Sie **über eine Bluetooth-Verbindung** nach einer **SOLAR03**-Fernstation, die vom Instrument verwaltet werden kann, indem Sie sie in die interne Liste eintragen

WARNUNG

Die indikative maximale Kommunikationsentfernung über Bluetooth (bis zu 50 m) bezieht sich auf ein offenes Feld, eine trockene Umgebung, 1 m über dem Boden, ohne Hindernisse und mögliche elektromagnetische Störungen durch andere Quellen in der Nähe der Instrumente

- Auswahl/Löschen des SOLAR03 unter denen, die in der Liste eingetragen sind.
- Koppeln/Entkoppeln vom SOLAR03, damit, bei jeder Verbindung, das Instrument diese automatisch erkennt.
- Anzeigen der Informationen des ausgewählten externen Datenloggers
- Aktivierung/Deaktivierung der Aufzeichnung der Umgebungsparameter (Temperatur/Einstrahlung) an einem aktiven und verbundenen Datenlogger.

Insbesondere liefert das Instrument für jede verwaltete SOLAR03-Fernstation die folgenden Informationen:

- Seriennummer
- Fernstation aktiv (Symbol) oder inaktiv (kein Symbol)
- Fernstation aktiv, mit dem Instrument verbunden
- Fernstation aktiv und verbunden, in Aufzeichnungsphase (Symbol „**Reg.**“)

Zuweisung einer Fernstation

1. Schalten Sie das Instrument mit der Taste **ON/OFF** ein.
2. Tippen Sie im Hauptmenü auf das Symbol „**SOLAR03**“. Der folgende Bildschirm wird auf dem Display angezeigt.



Abb. 15: Verbindung Fernstation SOLAR03 – Schritt 1

3. Schalten Sie die SOLAR03-Fernstation ein und wählen Sie das Menü „**VERBINDUNG...**“. (Siehe Bedienungsanleitung der Fernstation)
4. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Find**“ auf dem Instrument, um eine Suche nach der Fernstation zu starten. Die folgende Bildschirmseite erscheint im Display:

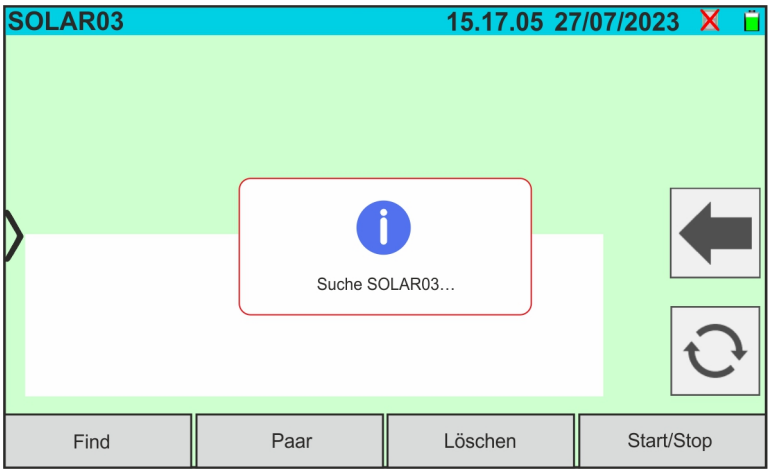


Abb. 16: Verbindung Fernstation SOLAR03 – Schritt 2

5. Nach der Erkennung der Fernstation wird auf dem Display der folgende Bildschirm angezeigt, auf dem SOLAR03 darauf wartet, verbunden zu werden.



Abb. 17: Verbindung Fernstation SOLAR03 – Schritt 3

6. **Bestätigen Sie mit ENTER auf der SOLAR03-Fernstation**, um den Vorgang abzuschließen. Nach kurzer Zeit wird der folgende Bildschirm auf dem Display angezeigt:



Abb. 18: Verbindung Fernstation SOLAR03 – Schritt 4

7. Von diesem Moment an sind beide Instrumente miteinander verbunden und es ist nicht mehr notwendig, die oben beschriebenen Schritte zu wiederholen. Um das Instrument und die Fernstation zu verbinden, schalten Sie sie einfach ein, bringen sie zusammen und warten auf die automatische Verbindung. Die folgenden Informationen sind für die gekoppelte und verbundene Fernstation verfügbar:

   - Symbol oben rechts auf dem Display
   - Modell und Seriennummer
   - Interne FW- und HW-Version des Instruments
   - Status: **Inaktiv** (Instrument wird nicht vom Instrument abgefragt, um Einstrahlungs-/Temperaturwerte zu liefern) oder **Aktiv** (Instrument liefert Einstrahlungs-/Temperaturwerte auf Basis von Messungen, die vom Instrument gespeichert wurden, um Werte unter STC-Bedingungen zu definieren).
   - Anzeige des prozentualen Ladezustands der Batterie
   - Anzeige des verfügbaren Speicherplatzes im internen Speicher für die Speicherung von Aufzeichnungen in Form von Tagen/Stunden.
   - Anzahl der Messungen im Speicher des Instruments, die mit den von der Fernstation erhaltenen Einstrahlungs-/Temperaturwerten synchronisiert werden müssen. **Tippen Sie auf das Symbol zum Synchronisieren der Messungen**

Aufzeichnungs-Aktivierung auf Fernstation

8. Um eine Aufnahme auf der verbundenen Fernstation zu starten, tippen Sie auf die Schaltfläche „**Start/Stop**“. Der folgende Bildschirm wird angezeigt:

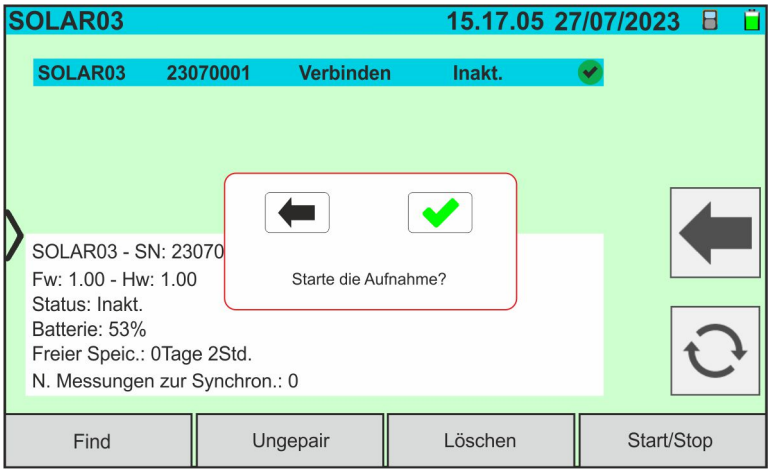


Abb. 19: Aktivierung Aufzeichnung auf Fernstation – Schritt 1

9. Tippen Sie auf die Schaltfläche  zum Bestätigen oder auf die Schaltfläche  zum Verlassen, ohne fortzufahren. Wenn Sie bestätigen, wird der folgende Bildschirm angezeigt:

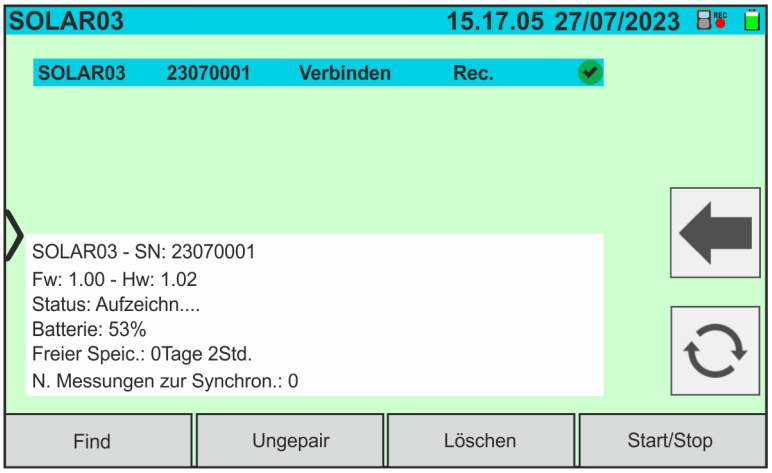


Abb. 20: Aktivierung Aufzeichnung auf Fernstation – Schritt 2

10. Das Symbol 

und die Meldung „**Rec.**“ werden auf dem Display angezeigt und die Meldung „REC“ wird auf dem Display der Fernstation angezeigt.
11. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Start/Stop**“, um die Aufzeichnung zu beenden. Der folgende Bildschirm wird angezeigt:



Abb. 21: Aufzeichnungs-Beendigung auf Fernstation

12. Tippen Sie zur Bestätigung auf die Schaltfläche . Die Aufzeichnung wird **automatisch** im internen Speicher der Fernstation gespeichert (siehe entsprechende Bedienungsanleitung).
13. Tippen Sie auf das Symbol , um zum Hauptmenü zurückzukehren.

Entfernen einer Fernstation

Das Löschen einer Fernstation aus dem Instrument ist **nur** möglich, nachdem Sie es vom Instrument getrennt haben. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

14. Fernstation ausschalten
15. Berühren Sie die Taste „**Ungepair**“, um die Fernstation zu entkoppeln. Die Meldung „**Nicht Verbin.**“ wird auf dem Display angezeigt.
16. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Löschen**“. Der folgende Bildschirm wird angezeigt:

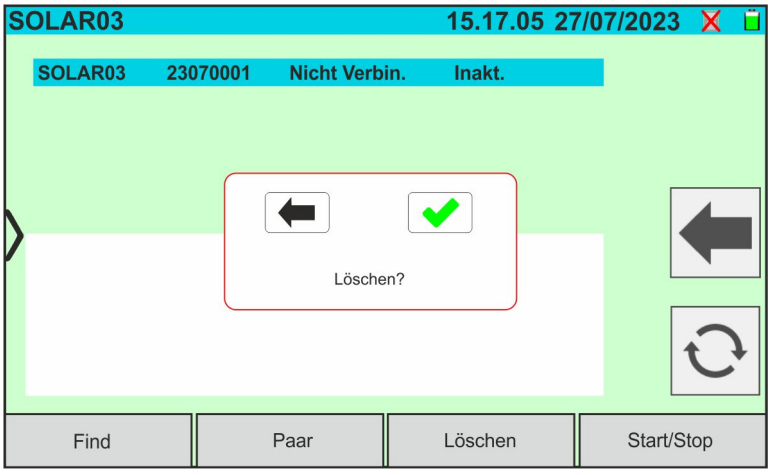


Abb. 22: Löschen einer Fernstation

17. Tippen Sie zur Bestätigung auf die Schaltfläche . Die Fernstation wird aus der Liste entfernt, oder berühren Sie die Taste zum Verlassen, ohne fortzufahren.

6.3. DB – PV-MODUL-DATENBANKVERWALTUNG

Das Instrument ermöglicht es Ihnen, **bis zu 63.000 PV-Module.** Die Parameter, **die sich auf 1 Modul** und **@STC-Bedingungen** beziehen und die eingestellt werden können, finden Sie in der folgenden.

Symbol	Beschreibung	Messwerteinheiten	Messbereich	Standard
Hers.	Hersteller des Moduls	-	-	-
Name	Name des Moduls	-	-	-
Pmax	Maximale Nennleistung des Moduls	W	30 ÷ 1999	400
Voc	Leerlaufspannung	V	15.0 ÷ 999,99	45
Vmpp	Spannung im Punkt der maximalen Leistung	V	15.0 ÷ 999,99	40
Isc	Kurzschlussstrom	A	1.00 ÷ 39,99	10.5
Impp	Strom im Punkt der maximalen Leistung	A	1.00 ÷ 39,99	10
Toll -	Negative Toleranz für Pmax	%	0.00 ÷ 25,00	0
Toll +	Positive Toleranz für Pmax	%	0.00 ÷ 25,00	1.25
KT(Isc)	Temperaturkoeffizient des Kurzschlussstroms Isc	%/°C	-0.100 ÷ 0.100	0.03
KT(Voc)	Temperaturkoeffizient Voc	%/°C	-0.999 ÷ -0.001	-0.25
Rs	Serienwiderstand des Moduls	Ω	0.10 ÷ 10,00	0.0
Leist.@Yr1	Modul-Leistung Jahr 1	%	0.00 ÷ 100,00	90
Leist.@Yr2	Modul-Leistung Jahr 2	%	0.00 ÷ 100,00	80
Jah.@Leist.1	Leistung Jahr 1	Jahre	0.0 ÷ 50,0	10
Jah.@Leist.2	Leistung Jahr 2	Jahre	0.0 ÷ 50,0	25
Typ	Modul-Typ: STD (einseitig) BIFAC. (doppelseitig)	-	-	STD
Isc Bif. Fct	Bifazialitäts-Koeffizient Isc/Pmax	%	0.00 ÷ 100,00	79
Tol. Bif. Fct	Tol. Bifazialitäts-Koeffizient Isc/Pmax	%	0.00 ÷ 100,00	16

Tabelle 1: Zu einem PV-Modul gehörende Parameter

WARNUNG

- Die Parameter „**Leist.@Yr1**“ und „**Leist.@Yr2**“ entsprechen den im Datenblatt des Herstellers angegebenen Prozentsätzen der Modulleistung
- Die Parameter „**Jah.@Leist.1**“ und „**Jah.@Leist.2**“ stellen die Betriebsjahre des Moduls dar, dem der Hersteller die mit den Parametern „**Leist.@Yr1**“ und „**Leist.@Yr2**“ verbundene Leistung zugeordnet hat.
- Auf der Grundlage dieser Werte berechnet das Instrument automatisch die Jahre/Leistungskurve (siehe
- Abb. 23), aus der der Kontrollwert für den Leistungsverlust in % abgeleitet wird, der für die Berechnung der I-V Kurve (siehe § 6.4.5 und § 11.3) verwendet wird.

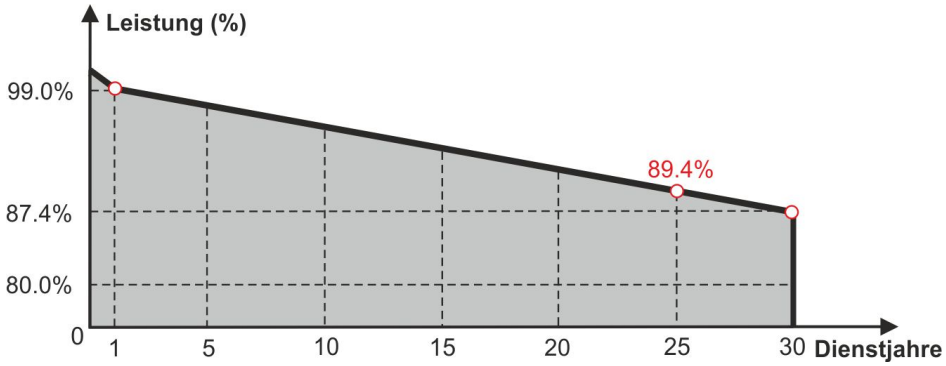


Abb. 23: Beispiel für die Jahre/Leistungskurve eines PV-Moduls

Den Startbildschirm der Funktion Database sehen Sie in Abb. 24:



Abb. 24: Startbildschirm der Funktion Database

Er ist in zwei Abschnitte unterteilt:

Linke Seite

- Die Liste der PV-Modulhersteller in alphabetischer Reihenfolge, die vom Benutzer (manuell oder über eine Verwaltungssoftware HTAgorà) bis zu diesem Moment eingegeben wurde. Ein Hersteller ist ausgewählt
- Die Liste der PV-Module in alphabetischer Reihenfolge, die mit dem ausgewählten Hersteller verbunden sind und die der Benutzer (manuell oder über die Verwaltungssoftware HTAgorà) bisher eingegeben hat.

Rechte Seite

- Liste der Parameter für das aktuell ausgewählte Modul. Die Liste umfasst in der Regel mehrere Seiten →, **blättern Sie nach oben/unten, um alle Parameter anzuzeigen.**

Tippen Sie auf das Symbol , um das aktuell hervorgehobene PV-Modul auszuwählen und es für die Prüfung zu verwenden, oder auf das Symbol , um das Menü zu verlassen und zum Hauptmenü zurückzukehren.

6.3.1. Festlegen eines neuen PV-Moduls

1. Tippen Sie auf dem Hauptbildschirm auf die Schaltfläche „**Neu**“, um die Programmiermaske zu öffnen. Das folgende Fenster wird auf dem Display angezeigt:

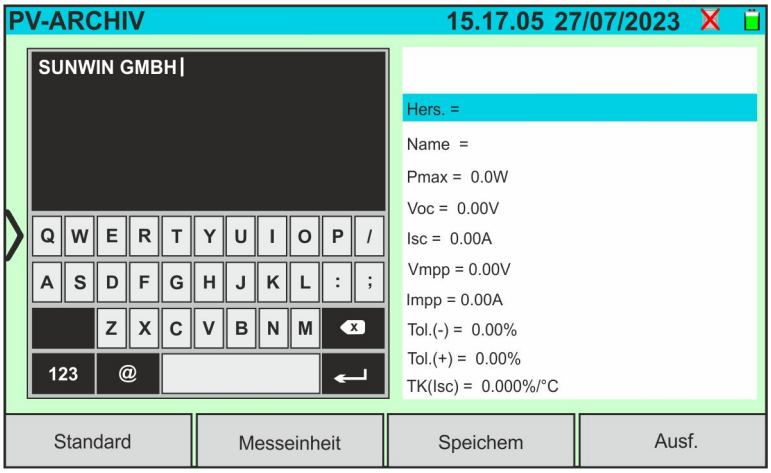


Abb. 25: Erstellungneues PV-Modul – Schritt 1

2. Verwenden Sie die alphanumerische virtuelle Tastatur, um den Hersteller und den Modellnamen einzustellen. Tippen Sie auf die Taste ↵ (ENTER) auf der virtuellen Tastatur, um jeden Wert zu bestätigen und zum nächsten Punkt überzugehen.
3. Verwenden Sie die alphanumerische virtuelle Tastatur, um die Modul-Parameterwerte gemäß dem Datenblatt des Moduls einzustellen, wie in Abb. 26.
4. **Wenn einige Parameter nicht bekannt sind**, tippen Sie auf die Schaltfläche „**Standard**“, um den entsprechenden Standardwert aus Tabelle 1 einzugeben (**diese Werte könnten auch für das zu testende Modul nicht korrekt sein, wenden Sie sich daher gegebenenfalls an den Hersteller des PV-Moduls)**
5. Tippen Sie auf die Taste „**Messeinheit**“ zu wählen die Maßeinheit der Toleranz d verknüpft mit der Leistung zwischen den Optionen „**%**“ oder „**W**“ auszuwählen
6. Tippen Sie auf die Taste ↵ (ENTER) auf der virtuellen Tastatur, um jeden Wert zu bestätigen und zum nächsten Punkt überzugehen.

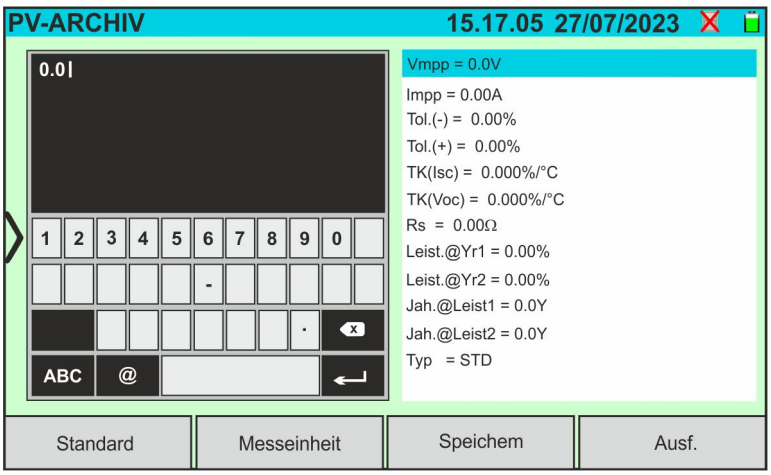


Abb. 26: Erstellung neues PV-Modul – Schritt 2

7. Scrollen Sie auf dem Display nach oben/unten, um alle Parameter anzuzeigen. Für den Parameter „Typ“ drehen Sie das Rädchen nach rechts oder links, um den PV-Modultyp einzustellen (siehe Abb. 27). Es stehen folgende Optionen zur Verfügung:
   - **STD** → Standard-Modul (einseitig)

- **Bifacial** → doppelseitiges Modul



Abb. 27: Erstellung neues PV-Modul – Schritt 3

8. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Speichem**“, um das festgelegte Modul zu speichern und zum Hauptbildschirm zurückzukehren, oder auf die Schaltfläche „**Ausf.**“, um die Einstellung ohne Speichern zu verlassen.

6.3.2. Änderung eines bestehenden PV-Moduls

1. Tippen Sie auf dem Hauptbildschirm auf die Schaltfläche „**Ändern**“. Das folgende Fenster wird auf dem Display angezeigt:



Abb. 28: Bestehendes Modul ändern

2. Verwenden Sie die virtuelle alphanumerische Tastatur, um die Parameteränderungen vorzunehmen. Tippen Sie auf die Taste ↵ (ENTER) auf der virtuellen Tastatur, um jeden Wert zu bestätigen und zum nächsten Punkt überzugehen.
3. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Spei.**“, um die Änderungen zu speichern und zum Hauptbildschirm zurückzukehren, oder auf die Schaltfläche „**Ausf.**“, um die Einstellung ohne Speichern zu verlassen.

WARNUNG

Der Herstellername kann nicht geändert werden.

6.3.3. Suche nach PV-Modulen in der Datenbank

WARNUNG

Die Suche mit dem Instrument ist **positionsbezogen**, d.h. die eingegebene Zeichenfolge wird innerhalb der Listen ab dem ersten Zeichen links gesucht.

1. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Find**“ auf dem Hauptbildschirm. Das folgende Fenster wird auf dem Display angezeigt:

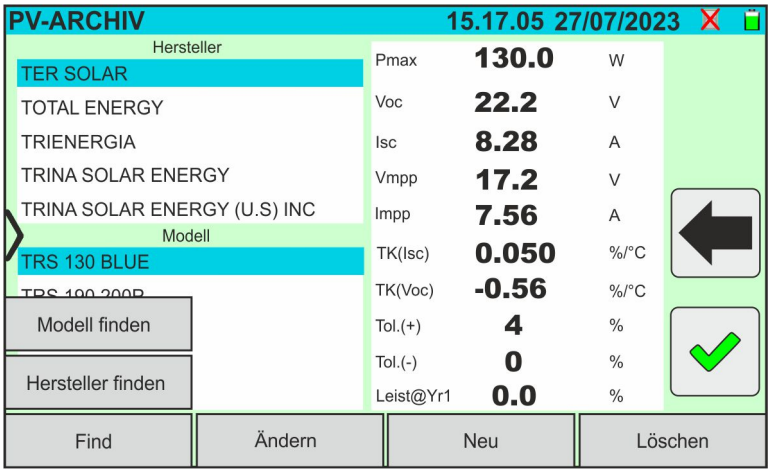


Abb. 29: Modul-Suche in der Datenbank

2. Tippen Sie auf die Option „**Modell finden**“, um eine Suche nach Modulen in der Datenbank durchzuführen. Der folgende Bildschirm wird auf dem Display angezeigt:



Abb. 30: Suche nach Modul

3. Verwenden Sie die alphanumerische virtuelle Tastatur, um den gewünschten Modellnamen oder ein Schlüsselwort einzugeben und tippen Sie zur Bestätigung auf die Taste ↵ (ENTER) auf der virtuellen Tastatur. Das gesuchte Modell (falls vorhanden) wird auf dem Display hervorgehoben (siehe Abb. 30)
4. Tippen Sie auf die Option „**Hersteller finden**“, um die Suche nach einem Hersteller in der Datenbank durchzuführen. Der folgende Bildschirm wird auf dem Display angezeigt:

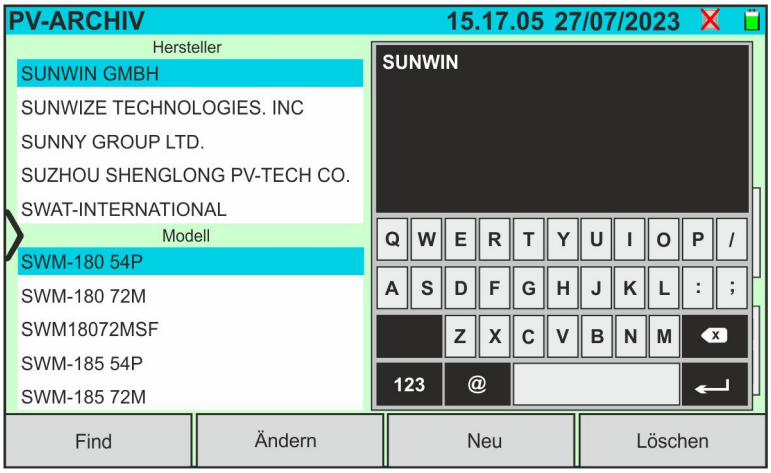


Abb. 31: Suche nach Hersteller

5. Verwenden Sie die alphanumerische virtuelle Tastatur, um den gewünschten Herstellernamen oder ein Schlüsselwort einzugeben und tippen Sie zur Bestätigung auf die Taste ↵ (ENTER) auf der virtuellen Tastatur. Der gesuchte Hersteller (falls vorhanden) wird auf dem Display hervorgehoben (siehe Abb. 31).

6.3.4. Löschen eines PV-Moduls

1. Wenn das PV-Modul im Hauptbildschirm markiert ist, tippen Sie auf die Schaltfläche „**Löschen**“. Das folgende Fenster wird auf dem Display angezeigt:

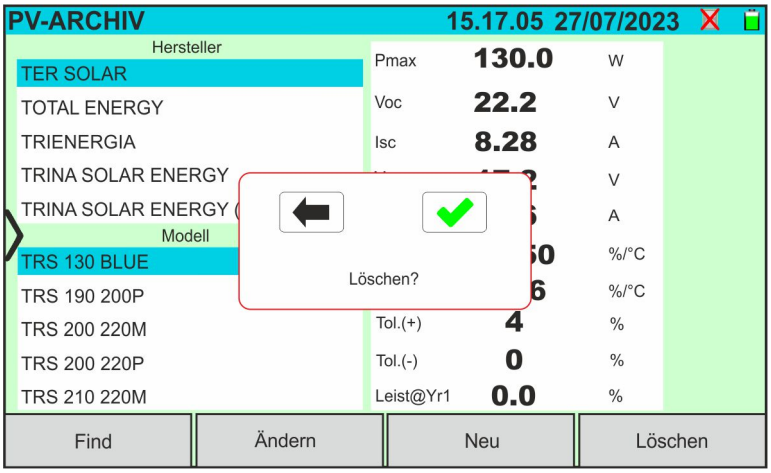


Abb. 32: Löschen eines PV-Moduls

2. Tippen Sie zur Bestätigung auf die Schaltfläche ✔. Das markierte Modul wird aus der Datenbank entfernt, oder tippen Sie auf die Schaltfläche ⬅, um den Vorgang abzubrechen, ohne fortzufahren.

6.3.5. PV-Moduldatenbank zurücksetzen

Für den Fall, dass die auf dem Instrument gespeicherte Datenbank der PV-Module beschädigt ist und aufgrund unsachgemäßer Bedienung durch den Benutzer oder interner Schäden nicht mehr zugänglich ist, besteht die Möglichkeit, **die werkseitige Datenbank (Standard) wiederherzustellen**, um den Betrieb trotzdem fortzusetzen.

Maßnahmen.
Gehen Sie dazu wie folgt vor:

1. Tippen Sie auf das Symbol „**Einstellungen**“ im allgemeinen Menü.
2. Tippen Sie Schaltfläche “**Datenbank zurück.**”. Die folgende Meldung wird auf dem Display angezeigt:

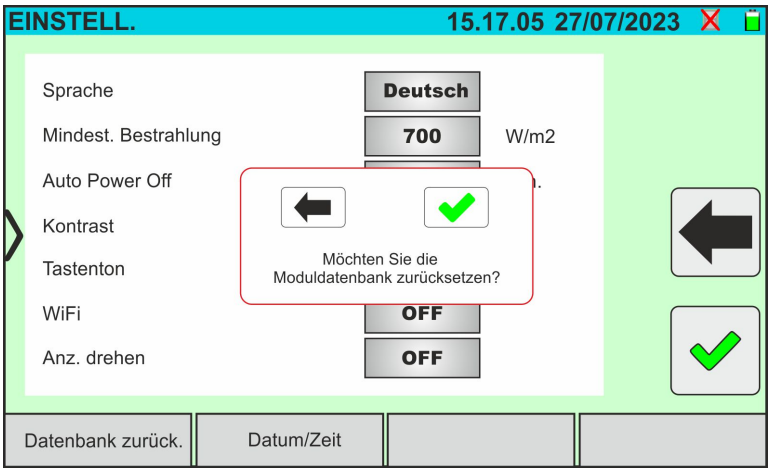


Abb. 33: Reset database moduli FV

3. Tippen Sie zur Bestätigung auf die Schaltfläche oder tippen Sie auf die Schaltfläche um den Vorgang abzubrechen, ohne fortzufahren

WARNUNG

- Die Schaltfläche „**Datenbank zurück.**“ **permanent löschen** löscht alle gespeicherten PV-Module aus der Instrumentendatenbank
- Die mögliche Wiederherstellung gelöschter PV-Module könnte über den Anschluss an einen PC erfolgen (siehe § 8), wenn diese PV-Module auch vorab abgespeichert wurden in der HTAgorà-Software

6.4. I-V – MESSUNG DER I-U-KURVE (KENNLINIENMESSUNG)

6.4.1. Allgemeines

Das Instrument ermöglicht die Messung der I-U-Kurve an PV-Modulen/Strings/Feldern (siehe § 11.1) auf folgende Weise:

- **SOLAR03-Fernstation NICHT angeschlossen** → In diesem Fall empfängt das Instrument keine Einstrahlungs- und Temperaturmessungen und liefert NUR die Parameterwerte unter **@OPC-Bedingungen als Ergebnis ohne Bewertung**, um schnell nur den Trend der Kurve anzuzeigen und bereits Tendenzen erkenne zu lassen (Verschattung, Nichtübereinstimmung usw.). **Eine eventuelle Nachbearbeitung der Daten kann mit der HTAgorà-Software durchgeführt werden**. Siehe § 6.4.2 –

- **SOLAR03-Fernstation angeschlossen (empfohlener Test)** → In diesem Fall empfängt das Instrument die Einstrahlungs- und Temperaturmessungen und liefert die vollständigen numerischen Ergebnisse und Kurven unter **@STC-Bedingungen**. Strahlungsmessungen werden mit einer oder mehreren **HT305-Referenzzellen (bei Bifazialen Modulen)** durchgeführt, die an die SOLAR03-Remote-Einheit angeschlossen sind

WARNUNG

Bei Strahlungsmessungen, die mit der/den Referenzzelle(n) **HT305** durchgeführt werden, **ist es nicht erforderlich**, die relative Empfindlichkeit und die Alpha-Werte einzustellen, da diese **automatisch** vom **SOLAR03** angepasst werden, nachdem dieses Zubehör an die Ferneinheit angeschlossen wurde

Das Instrument I-V600 kann den Modul-Temperaturwert (der auch für die Berechnung von Werten unter @STC-Bedingungen **unbedingt erforderlich** ist) wie folgt erfassen:

- „**Mes.**“: Temperaturmessung über die Temperatursonde **PT305**, verbunden mit dem SOLAR03
- „**Auto**“: Temperatur, die vom Instrument auf der Grundlage der gemessenen Leerlaufspannung Voc und der Nennparameter des Moduls berechnet wird

Generell können Instrument und SOLAR03 in den folgenden Modi betrieben werden:

- Das Instrument wird in **direkter Bluetooth-Verbindung** mit der Fernstation SOLAR03 verwendet, **ohne eine Aufzeichnung** der Einstrahlungs-/Temperaturwerte **zu starten**.
- Das Instrument wird in direkter Verbindung mit der Fernstation SOLAR03 verwendet, **wobei zuvor die synchrone Aufzeichnung** der Einstrahlungs-/Temperaturwerte **eingeleitet wird**. Wenn die Verbindung zwischen dem Instrument und der Fernstation kritisch ist (große Entfernung oder Übertragung durch Wände/Hindernisse), werden die Einstrahlungswerte (und die Temperatur, falls ausgewählt) am Ende des Messvorganges nachträglich übertragen, indem die beiden Instrumente näher zusammengebracht werden und die Aufzeichnung gestoppt wird.

Die Strom-/Spannungswertepaare, die die I-U-Kennlinie beschreiben, werden zunächst unter **OPC**-Bedingungen (**OP**erative **C**ondition / Betriebsbedingung) erfasst, d.h. unter den tatsächlichen Bedingungen, unter denen sich die Anlage befindet. Anschließend ermittelt bzw. berechnet das Instrument anhand der Einstrahlungs- und Temperaturwerte diese Messwertepaare automatisch in **STC**-Bedingungen (**S**tandard **T**est **C**ondition – Einstrahlung = 1000W/m^2, Modultemperatur = 25 °C, Spektralverteilung AM=1,5), um sie mit den vom Modulhersteller angegebenen (und in der internen Datenbank des Instruments gespeicherten) Nennwerten zu vergleichen.

6.4.2. I-U-Kurven-Messung ohne SOLAR03-Fernstation

WARNUNG

- Die maximale Spannung zwischen den Eingängen P1, C1, P2 und C2 beträgt 1500VDC. Versuchen Sie nicht, Spannungen zu messen, die die Grenzwerte, die in diesem Handbuch angegebenen werden, überschreiten.
- Führen Sie keine Tests an PV-Modulen oder Strings durch, die noch an dem DC/AC-Wechselrichter angeschlossen sind.
- **Der maximal zulässige Strom des Instruments beträgt 40A DC.**
- Die Richtlinie IEC/EN62446-1 erfordert die Durchführung von Messungen String nach String. Obwohl das Instrument für die Bewältigung des Einschaltstroms für einzelne oder parallele Strings konzipiert ist, **wird empfohlen**, gemäß den Anforderungen der Norm **jeweils nur einen String zu testen**.

1. Schalten Sie das Instrument durch Drücken der Taste **ON/OFF** ein.
2. Beachten Sie das Vorhandensein des Symbols „ “ oben rechts auf dem Display, um zu erkennen, dass keine aktive SOLAR03-Fernstation mit dem Instrument verbunden ist. Andernfalls führen Sie den Befehl „**Entkoppeln**“ des aktuell aktiven Instruments aus (siehe § 6.2).
3. Verbinden Sie das Instrument mit dem zu testenden Modul/String wie in Abb. 34 gezeigt. Verbinden Sie insbesondere den vom Modul/String ausgehenden Minuspol mit den Anschlüssen **P2, C2** und den vom Modul/String ausgehenden Pluspol mit den Anschlüssen **P1, C1**.

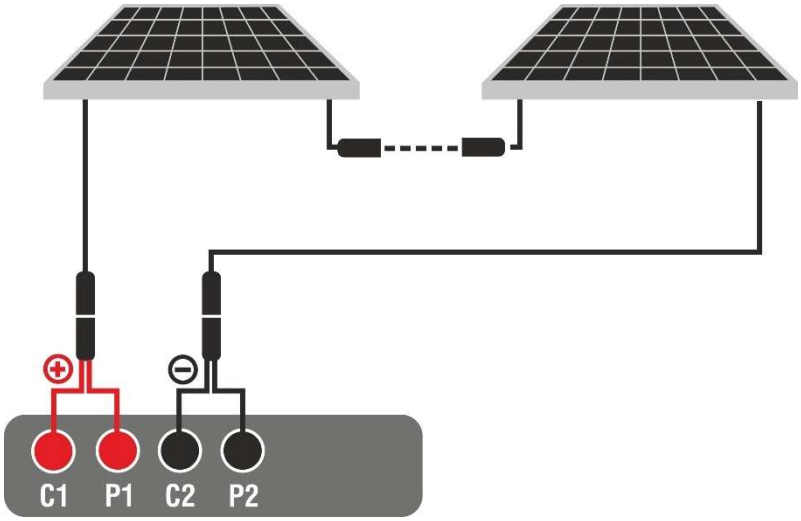


Abb. 34: Verbindung für I-V Tests ohne Fernstation

4. Bei **Monofazialen** Modulen ist die Anzeige von Abb. 35 am Display vorhanden. Es werden die folgenden Parameter angezeigt:
   - VPN-Spannung zwischen Plus- und Minuspol des Strings.
   - Modul-Temperatur mit Anzeige „- - - -“
   - Modul-Einstrahlung mit Anzeige „- - - -“
   - Anzeige des aktuell ausgewählten PV-Moduls
   - Referenzen an das Instrument angeschlossene Eingänge **C1, P1, C2, P2**

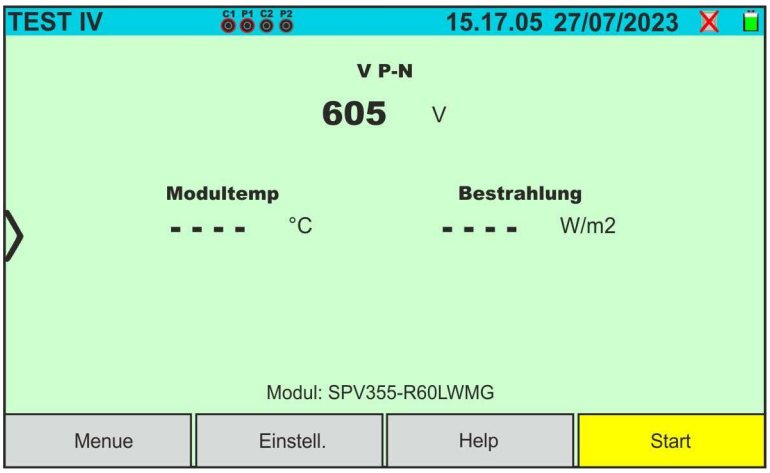


Abb. 35: Startbildschirm I-V-Test ohne Fernstation bei Monofazialen Modulen

5. Bei **Bifazialen** Modulen ist die Anzeige von Abb. 36 am Display vorhanden. Es werden die folgenden Parameter angezeigt:
   - VPN-Spannung zwischen Plus- und Minuspol des Strings.
   - Modul-Temperatur mit Anzeige „- - - -“
   - Einstrahlung Vorderseite des Moduls mit Anzeige „- - - -“
   - Einstrahlung Rückseite des Moduls mit Anzeige „- - - -“
   - Anzeige des aktuell ausgewählten PV-Moduls
   - Referenzen an das Instrument angeschlossene Eingänge **C1, P1, C2, P2**

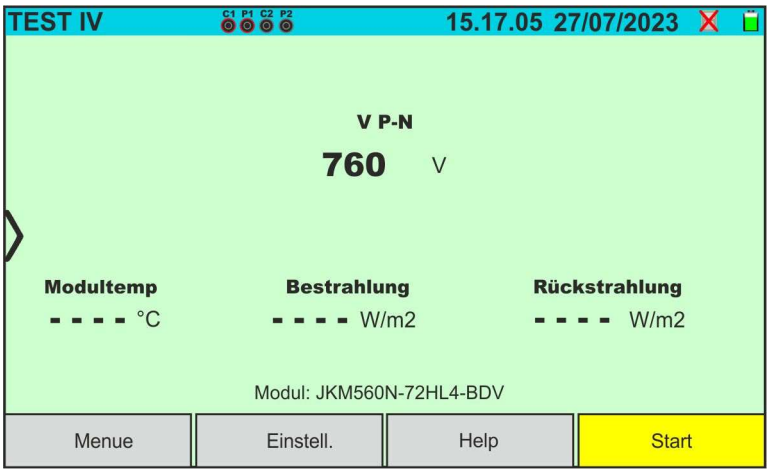


Abb. 36: Startbildschirm I-V-Test ohne Fernstation bei Bifazialen Modulen

6. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Einstell.**“ (Referenz einseitige Module). Der folgende Bildschirm wird in Abb. 60 angezeigt. Die folgenden Parameter sind angegeben:

   - Referenzen des aktuell ausgewählten Moduls
   - Parameter des zu programmierenden Test-Strings
   - Symbol  zum Speichern der Einstellungen und Zurückkehren zum Hauptbildschirm oder Symbol  zum Verlassen ohne Speichern

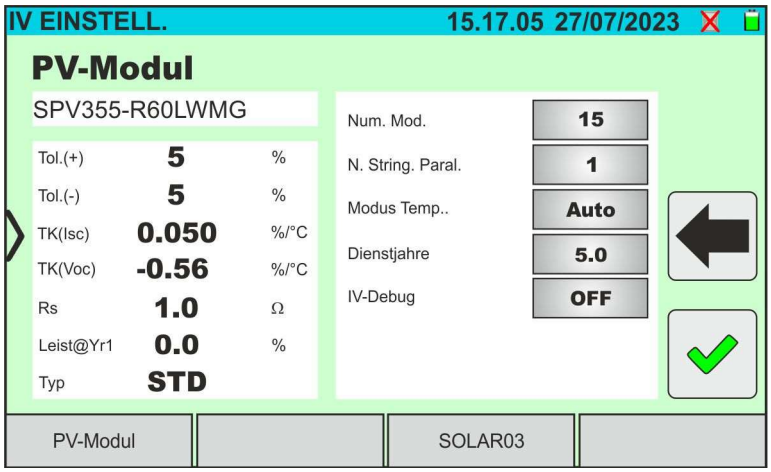


Abb. 37: I-V-Testparametereinstellungen ohne Remote-Einheit

7. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**PV-Modul**“, um das zu testende PV-Modul zu wechseln. Das Instrument öffnet den DB-Bereich, in dem Sie ein neues Modul aus der Liste des DB-Bereichs auswählen können (siehe § 6.3).
8. Ziehen Sie jedes der 4 verfügbaren Rädchen nach rechts oder links, um den gewünschten Wert für die folgenden Parameter einzustellen:

   - **Num. Mod** → Einstellung Modul-Anzahl des zu testenden Strings (**max. 60**)
   - **N. String. Paral.** → Einstellung der Anzahl der parallel geschalteten Strings (**max. 5**). Die Einstellung „**1**“ zeigt an, dass nur ein Gesamt-String vorhanden ist.
   - **Modus Temp.** → Einstellung des Modultemperatur-Messmodus. Folgende Optionen sind verfügbar: **Auto** (Temperatur, die vom Instrument auf der Grundlage der Voc-Messung und der Nennparameter des Moduls ermittelt wird – **keine Sonde angeschlossen und empfohlene Option**), **Mes.** (Temperaturmessung über Sonde PT305, angeschlossen an Fernstation SOLAR03)
   - **Dienstjahre** (Einstellung der Anzahl der Betriebsjahre der zu testenden PV-Anlage im Bereich **0,1 ÷ 49,9** Jahre in Schritten von 0,1 Jahren) unter Berücksichtigung von **0,5 Jahren = 6 Monaten**. Diese Information wird vom Instrument zur Bestimmung der I-U-Kurve verwendet
   - **IV-Debug** → Diese Funktion (siehe § 6.5.1) **darf nur bei Einsätzen mit dem HT-Assistenzdienst genutzt werden**. Die Option MUSS immer auf **OFF** eingestellt sein

WARNUNG

- Wenn die Taste **START/STOP** (oder **Start** auf dem Display) gedrückt wird, kann das Instrument verschiedene Fehlermeldungen ausgeben (siehe § 6.4.6) und infolgedessen den Test nicht durchführen. Prüfen und beseitigen Sie, wenn möglich, die Problemursachen, bevor Sie fortfahren.
- Die vom Messinstrument verwendete Methode zur Messung der VDC-Spannung und des IDC-Stroms am Ausgang des PV-Moduls/Strings ist die "4-Terminal"-Methode, so dass es möglich ist, die an die Eingänge P1, C1, P2, C2 angeschlossenen Messkabel zu verlängern, ohne einen Widerstandsausgleich der Messkabel vornehmen zu müssen. **Verwenden Sie für Verlängerungen nur von HT geliefertes Zubehör.**

9. Drücken Sie die Taste **START/STOP** (oder **Start** auf dem Display), um die Tests zu aktivieren. Wenn keine Fehlerbedingungen vorliegen, zeigt das Instrument das Symbol „ ⌛ “ auf dem Display zusammen mit der Meldung „**Messung...**“ für einige Augenblicke an. Der Test kann je nach Leerlaufspannung und Modul-Parametern **bis zu 20 Sekunden** dauern. Wenn keine direkte Verbindung zu SOLAR03 besteht, zeigt das Instrument **nur die Messwerte @OPC ohne die Einstrahlungs- und Modultemperatur-Referenzen** (siehe Abb. 38) **und ohne Bewertung.**



Abb. 38: I-U-Kurven-Messergebnis ohne Remote-Einheit

10. Tippen Sie auf das Symbol 💾, um die Messungen im internen Speicher zu speichern (siehe § 7.1), oder auf das Symbol ⬅, um den Vorgang ohne Speichern zu beenden.

6.4.3. I-U-Kurven-Messung mit SOLAR03 nicht im Aufzeichnungsmodus

WARNUNG

- Die maximale Spannung zwischen den Eingängen **P1, C1, P2** und **C2** beträgt 1500VDC. Versuchen Sie nicht, Spannungen zu messen, die die Grenzwerte, die in diesem Handbuch angegebenen werden, überschreiten.
- Führen Sie keine Tests an PV-Modulen oder Strings durch, die noch an dem DC/AC-Wechselrichter angeschlossen sind.
- **Der maximal zulässige Strom des Instruments beträgt 40A DC.**
- Die Richtlinie IEC/EN62446-1 erfordert die Durchführung von Messungen String nach String. Obwohl das Instrument für die Bewältigung des Einschaltstroms für einzelne oder parallele Strings konzipiert ist, **wird empfohlen**, gemäß den Anforderungen der Norm **jeweils nur einen String zu testen**.

1. Schalten Sie das Instrument durch Drücken der Taste **ON/OFF** ein.
2. Schalten Sie die Fernstation SOLAR03 ein, weisen Sie sie zu und verbinden Sie sie mit dem Instrument, wie in § 6.2 beschrieben. Beachten Sie das Symbol „“ oben rechts auf dem Display.
3. Verbinden Sie das Instrument und die Fernstation SOLAR03 mit dem zu testenden Modul/String wie in Abb. 39 gezeigt. Insbesondere:
   - Verbinden Sie den vom Modul/String ausgehenden Minuspol mit den Anschlüssen **P2, C2** und den vom Modul/String ausgehenden Pluspol mit den Anschlüssen **P1, C1**.
   - **Bei Monofazialen Modulen** → platzieren Sie die Referenzzelle **HT305** auf der Frontfläche des Moduls **(F)** und verbinden sie diese mit Eingang “**INP1**” und **eventuell** die Temperaturprobe **PT305** mit Eingang “**INP4**” der Fernstation.
   - **Bei Bifazialen Modulen** → platzieren Sie die 3 **Referenzzellen HT305** auf der vorderen Ebene des Moduls **(F)**, auf dem oberen hinteren Teil (**BT**=**B**ack**T**op) und auf dem unteren hinteren Teil (**BB**=**B**ack**B**ottom) des Moduls. Verbinden sie die vordere Bezugszelle (F) am Eingang “**INP1**”, die Bezugszelle BT am Eingang “**INP2**”, die Bezugszelle BB am Eingang “**INP3**” und **eventuell** die Temperaturprobe **PT305** am Eingang “**INP4**” der Fernstation.
     Gemäß IEC/EN60904-1-2 berechnet das Instrument den Wert der äquivalenten frontalen Einstrahlungsstärke (**Irreq**), der der Einstrahlungsstärke nur auf der Frontseite entspricht, die die gleichen Auswirkungen hat wie die auf beiden Seiten gemessene Einstrahlungsstärke, wobei der **Bifazialitäts-Koeffizient** (φ) des Moduls gemäß der folgenden Beziehung berücksichtigt wird:

$$Irr_{Eq} = Irr_F + \varphi \times Irr_R$$

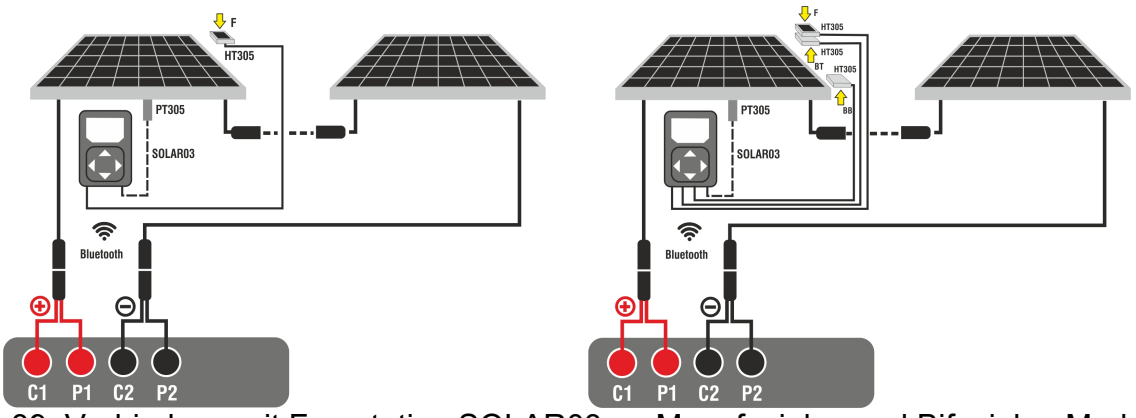


Abb. 39: Verbindung mit Fernstation SOLAR03 an Monofazialen und Bifazialen Modulen.

4. Bei **Monofazialen** Modulen ist die Anzeige von Abb. 40 am Display vorhanden. Es werden die folgenden Parameter angezeigt:

   - VPN-Spannung zwischen Plus- und Minuspol des Strings.
   - Modul-Temperatur (**mit angeschlossener Sonde PT305**)
   - Modul-Einstrahlung gemessen mit der Referenzzelle HT305
   - Anzeige des aktuell ausgewählten PV-Moduls
   - Referenzen an das Instrument angeschlossene Eingänge **C1, P1, C2, P2**

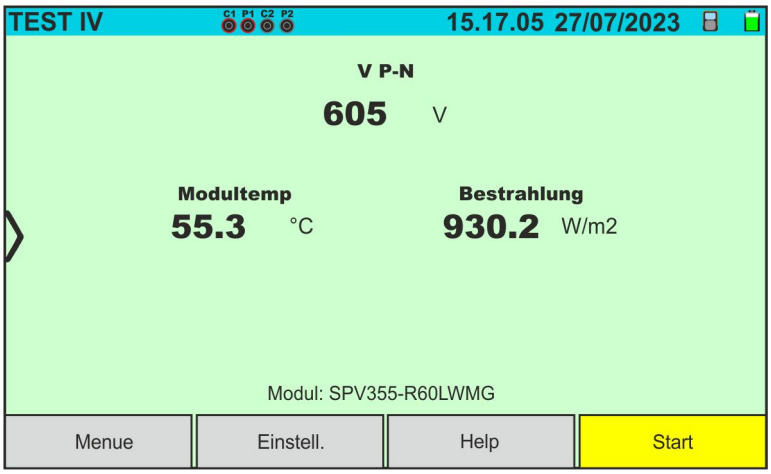


Abb. 40: Startbildschirm I-V Kurven-Messung an Monofazialen Modulen

5. Bei **Bifazialen** Modulen ist die Anzeige von Abb. 40 am Display vorhanden. Es werden die folgenden Parameter angezeigt:
   - VPN-Spannung zwischen Plus- und Minuspol des Strings.
   - Modul-Temperatur (**mit angeschlossener Sonde PT305**)
   - Einstrahlung Vorderseite des Moduls gemessen mit der Referenzzelle HT305
   - Einstrahlung Rückseite des Moduls gemessen mit der Referenzzelle HT305

WARNUNG

Der Parameter „**Rückstrahlung**“ gibt den **Mindestwert** zwischen den von den HT305-Zellen gemessenen Einstrahlungen an der unteren Rückseite (BB) und der oberen Rückseite (BT) des Moduls an.

   - Anzeige des aktuell ausgewählten PV-Moduls
   - Referenzen an das Instrument angeschlossene Eingänge **C1, P1, C2, P2**

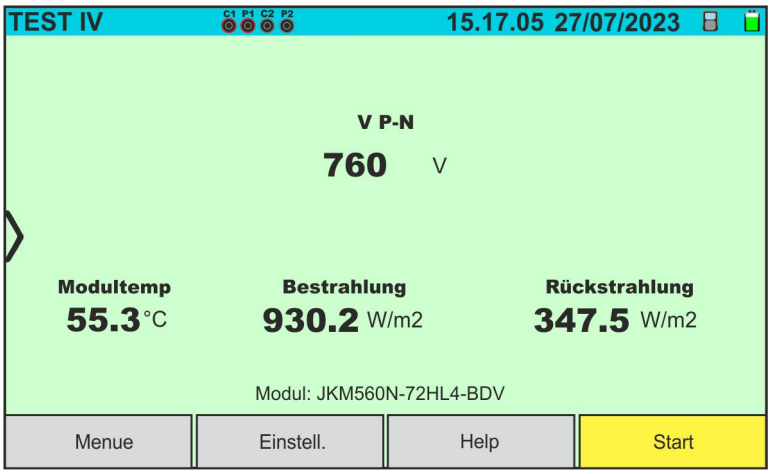


Abb. 41: Startbildschirm I-U-Kurven-Messung an Bifazialen Modulen

6. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Einstell.**“ (Referenz einseitige Module). Der folgende Bildschirm wird in Abb. 42 angezeigt. Die folgenden Parameter sind angegeben:

   - Referenzen des aktuell ausgewählten Moduls
   - Parameter des zu programmierenden Test-Strings
   - Symbol zum Speichern der Einstellungen und Zurückkehren zum Hauptbildschirm oder Symbol zum Verlassen ohne Speichern

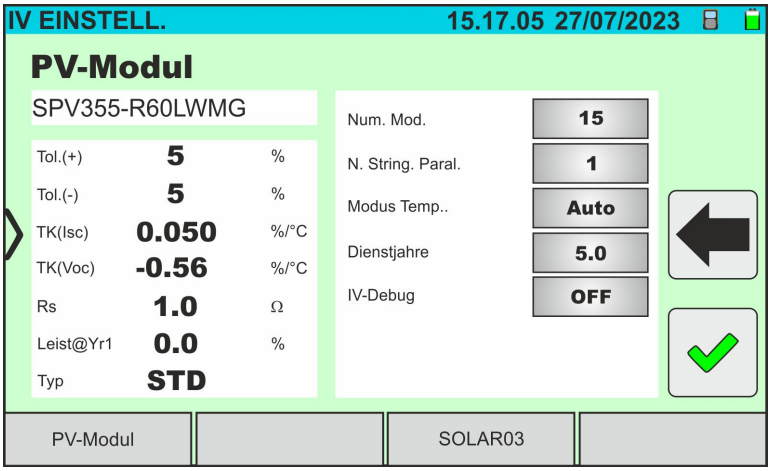


Abb. 42: Parametereinstellungen I-V Kurven-Messung

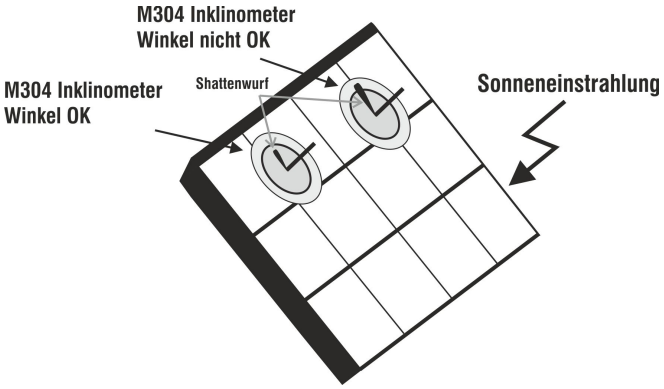
7. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**PV-Modul**“, um das zu testende PV-Modul zu wechseln. Das Instrument öffnet den DB-Bereich, in dem Sie ein neues Modul aus der Liste des DB-Bereichs auswählen können (siehe § 6.3).
8. Ziehen Sie jedes der 4 verfügbaren Rädchen nach rechts oder links, um den gewünschten Wert für die folgenden Parameter einzustellen:

   - **Num. Mod** → Einstellung Modul-Anzahl des zu testenden Strings (**max. 60**)
   - **N. String. Paral.** → Einstellung der Anzahl der parallel geschalteten Strings (**max. 5**). Die Einstellung „**1**“ zeigt an, dass nur ein Gesamt-String vorhanden ist.
   - **Modus Temp.** → Einstellung des Modultemperatur-Messmodus. Folgende Optionen sind verfügbar: **Auto** (Temperatur, die vom Instrument auf der Grundlage der Voc-Messung und der Nennparameter des Moduls ermittelt wird – **keine Sonde angeschlossen und empfohlene Option**), **Mes.** (Temperaturmessung über Sonde PT305, angeschlossen an Fernstation SOLAR03)
   - **Dienstjahre** (Einstellung der Anzahl der Betriebsjahre der zu testenden PV-Anlage im Bereich **0,1 ÷ 49,9** Jahre in Schritten von 0,1 Jahren) unter Berücksichtigung von **0,5 Jahren = 6 Monaten**. Diese Information wird vom Instrument zur Bestimmung der I-U-Kurve verwendet
   - **IV-Debug** → Diese Funktion (siehe § 6.5.1) **darf nur bei Einsätzen mit dem HT-Assistenzdienst genutzt werden**. Die Option MUSS immer auf **OFF** eingestellt sein

9. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**SOLAR03**“, um den Bereich für die Steuerung und Verwaltung der Fernstation SOLAR03 aufzurufen (siehe § 6.2). Prüfen Sie, ob die Fernstation aktiv und mit dem Instrument verbunden ist.
10. Vergewissern Sie sich, dass der im Abschnitt „Einstrahlung Min“ (siehe § 5.2) eingestellte Wert mit den durchzuführenden Messungen übereinstimmt. Es wird

empfohlen, die Messungen bei einer Einstrahlungsstäke von mindestens **700 W/m²** gemäß IEC/EN60891 durchzuführen.

11. Befestigen Sie den runden Stift des Zubehörteils **M304 (Inklinometer)** mit der runden Bodenplatte und stellen Sie ihn auf die Oberfläche des Moduls. **Überprüfen Sie, dass der auf die Scheibe geworfene Schatten des Ständers innerhalb des "konzentrischen Grenzkreises" innerhalb der Scheibe selbst liegt (siehe nebenstehende Abbildung).** Andernfalls ist der Winkel zwischen den Sonnenstrahlen und der Oberfläche des Moduls zu groß und daher sind die vom Instrument durchgeführten Abmessungen NICHT als zuverlässig zu betrachten. (bzw. entsprechend nicht der genauen Normenvorgaben) **Wiederholen Sie die Vorgänge zu anderen Tageszeiten.**



WARNUNG

- Wenn die Taste **START/STOP** (oder **Start** auf dem Display) gedrückt wird, kann das Instrument verschiedene Fehlermeldungen ausgeben (siehe § 6.4.6) und infolgedessen den Test nicht durchführen. Prüfen und beseitigen Sie, wenn möglich, die Problemursachen, bevor Sie fortfahren.
- Die vom Messinstrument verwendete Methode zur Messung der VDC-Spannung und des IDC-Stroms am Ausgang des PV-Moduls/Strings ist die "4-Terminal"-Methode, so dass es möglich ist, die an die Eingänge P1, C1, P2, C2 angeschlossenen Messkabel zu verlängern, ohne einen Widerstandsausgleich der Messkabel vornehmen zu müssen. **Verwenden Sie für Verlängerungen nur von HT geliefertes Zubehör.**

12. Drücken Sie die Taste **START/STOP** (oder **Start** auf dem Display), um den Test zu aktivieren. Wenn keine Fehlerbedingungen vorliegen, zeigt das Instrument das Symbol „⌛“ auf dem Display zusammen mit der Meldung „**Messung...**“ für einige Augenblicke an. Der Test kann je nach Leerlaufspannung und Modul-Parametern **bis zu 20 Sekunden** dauern. Am Ende des Tests werden die **Werte, die sich auf die @STC-Bedingungen beziehen**, und das entsprechende Ergebnis angezeigt. (Im Folgenden wird der Einfachheit halber nur auf Monofazialen Module Bezug genommen (die Ergebnisse für doppelseitige Module sind ähnlich, da sie sich auf die äquivalente frontale Einstrahlungsstärke beziehen.

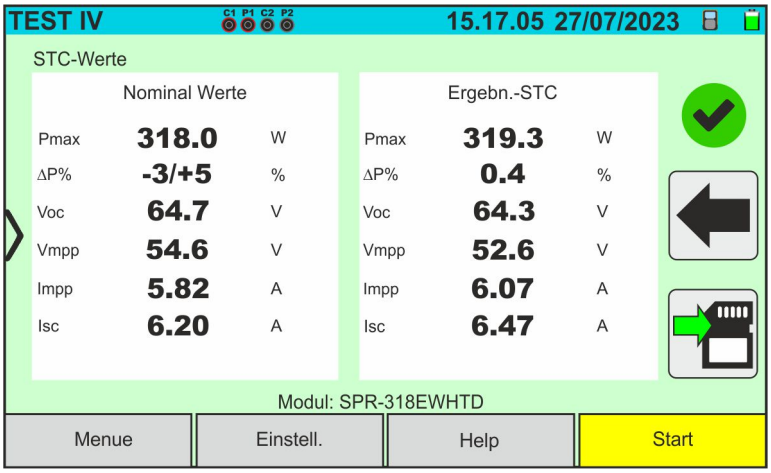


Abb. 43: Beispiel für das Ergebnis einer I-V Kurven-Messung – STC-Werte

13. Der Bildschirm mit den Messergebnissen zeigt folgende Parameter an:

- Nennwerte des zu testenden Moduls bei **STC-Bedingungen**, wie im internen DB definiert (siehe § 6.3)
- Unter STC-Bedingungen berechnete Messergebnisse als Funktion der von der angeschlossenen SOLAR03-Fernstation gemessenen Einstrahlungswerte
- Angabe des Wertes des Parameters **ΔP%** in Übereinstimmung mit der Einhaltung der Kontrollbedingungen in § 6.4.5
- Symbole , , , zur Anzeige des Messergebnisses (siehe § 6.4.5)

14. Wenn Sie auf dem Display nach links oder rechts blättern, können die folgenden zusätzlichen Ergebnisse angezeigt werden. **Ergebnisse unter OPC-Bedingungen**: Der folgende Bildschirm wird auf dem Display angezeigt:

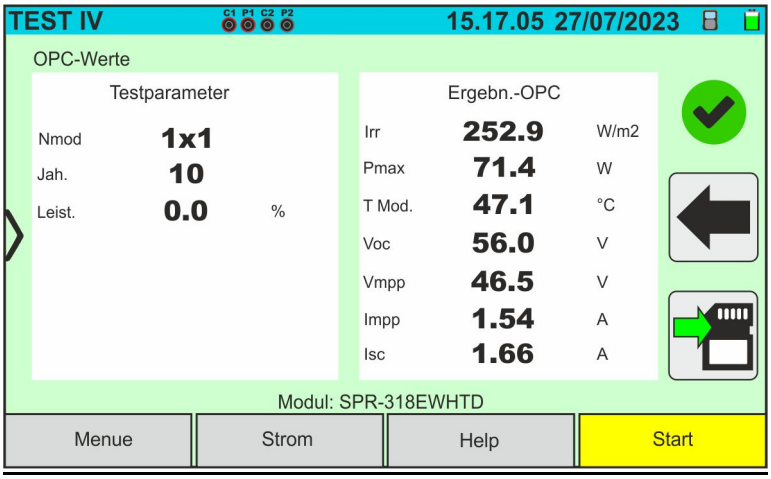


Abb. 44: Beispiel für das Ergebnis einer I-U-Kurven-Messung – OPC-Werte

15. Der Bildschirm mit den Messergebnissen zeigt folgende Parameter an:

- Werte der im Hauptbildschirm eingestellten Testparameter (Anzahl der Module, Anzahl der parallel geschalteten Strings, Betriebsjahre und prozentuale Jahresleistung)
- Messergebnisse von elektrischen und Umweltparametern (Einstrahlungsstärke und Modultemperatur) unter OPC-Bedingungen

16. **Diagramme der I-U- und Leistungskurven unter OPC- und STC-Bedingungen.** Bildschirm-Beispiele finden Sie in den folgenden Abbildungen

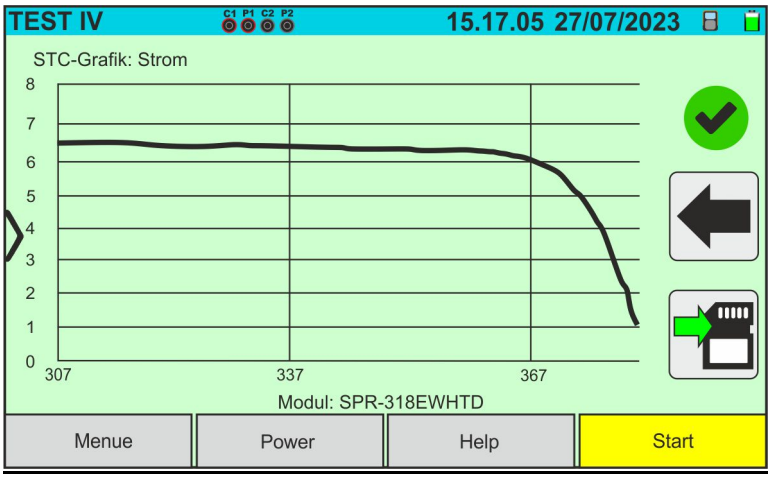


Abb. 45: Beispiel für das Ergebnis einer I-U-Kurvenmessung – STC-Kurve

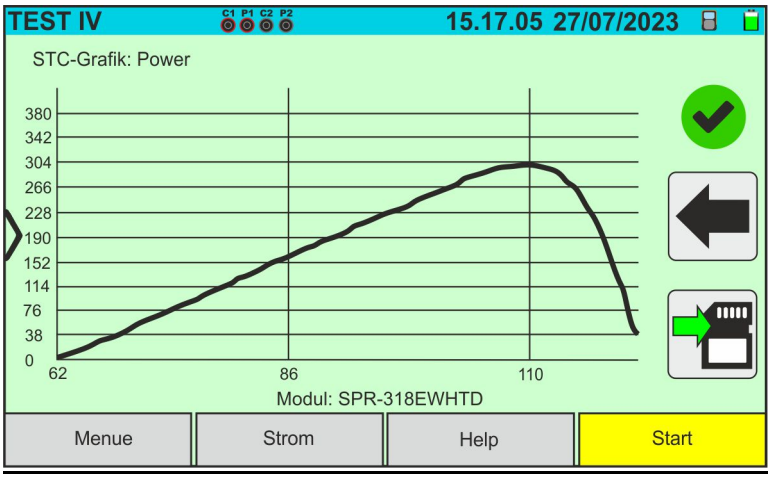


Abb. 46: Beispiel für das Ergebnis einer Leistungsmessung – STC-Kurve

WARNUNG

- Das Instrument zeigt alle Werte und Kurve **<u>eines einzelnen Moduls</u>** unter STC-Bedingungen.
- Die unter OPC ermittelte String-Spannung gibt den Messwert des gesamten Strings an. Zusammen mit dem gemessenen Strom berechnet das Instrument die I-U-Kurve @ OPC, die dann auf die @STC-Bedingungen übertragen wird.

17. Tippen Sie auf das Symbol , um das Messergebnis zu speichern (siehe § 7.1) oder auf das Symbol , um die Messung ohne Speichern zu beenden.
18. Zur Messwerteerklärung siehe § 6.4.5

6.4.4. I-U-Kurvenmessung mit Fernstation SOLAR03 bei synchroner Aufzeichnung

Einstrahlungs- und Temperaturmessungen (wenn das Instrument auf den Temperaturmessmodus „Mis.“ eingestellt ist) **über die SOLAR03-Fernstation mit synchronen Aufzeichnung** werden empfohlen, wenn der Abstand zwischen den Modulen und dem Instrument groß ist. Da das Instrument jedoch nicht sofort über die oben genannten Umgebungsgrößen verfügt, müssen Sie auf die Datenübertragung von der Fernstation zum HauptInstrument warten, um alle Ergebnisse zur Verfügung zu haben.

WARNUNG

- Die maximale Spannung zwischen den Eingängen P1, C1, P2 und C2 beträgt 1500VDC. Versuchen Sie nicht, Spannungen zu messen, die die Grenzwerte, die in diesem Handbuch angegebenen werden, überschreiten.
- Führen Sie keine Tests an PV-Modulen oder Strings durch, die an den DC/AC-Wechselrichter angeschlossen sind.
- **Der maximal zulässige Strom des Instruments beträgt 40A DC**
- Die Richtlinie IEC/EN62446-1 erfordert die Durchführung von Messungen String nach String. Obwohl das Instrument für die Bewältigung des Einschaltstroms für einzelne oder parallele Strings konzipiert ist, **wird empfohlen**, gemäß den Anforderungen der Norm **jeweils nur einen String zu testen**.

1. Schalten Sie das Instrument durch Drücken der Taste **ON/OFF** ein.
2. Verbinden Sie das Instrument mit dem zu testenden Modul/String wie in Abb. 47 (Monofazialen Modulen) oder Abb. 48 (Bifazialen Modulen). Verbinden Sie insbesondere den vom Modul/String ausgehenden Minuspol mit den Anschlüssen **P2, C2** und den vom Modul/String ausgehenden Pluspol mit den Anschlüssen **P1, C1**

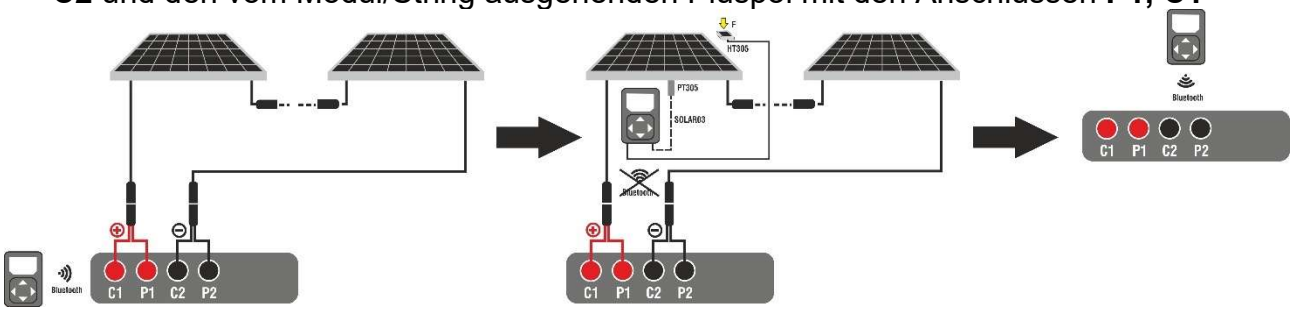


Abb. 47: Einsatz mit SOLAR03 bei synchroner Aufzeichnung auf Monofazialen Modulen

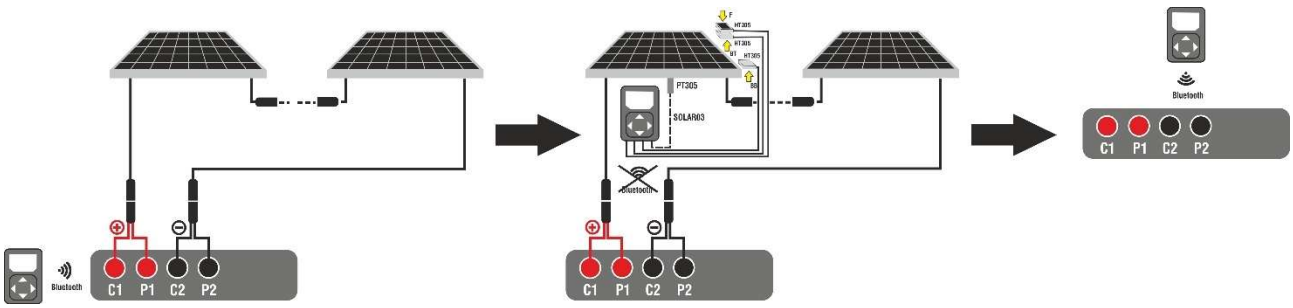


Abb. 48: Einsatz mit SOLAR03 bei synchroner Aufzeichnung auf Bifazialen Modulen

Schritt 1

3. Bringen Sie die SOLAR03-Fernstation näher an das Instrument heran, wie in Abb. 47 oder Abb. 48 – linke Seite dargestellt
4. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**SOLAR03**“, um den Bereich für die Steuerung und Verwaltung der Fernstation SOLAR03 aufzurufen (siehe § 6.2). Vergewissern Sie sich, dass **nur eine** Fernstation aktiv und mit dem Instrument verbunden ist.
5. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Start/Stop**“, um eine Aufzeichnung auf der verbundenen Fernstation zu starten. Der folgende Bildschirm wird angezeigt:

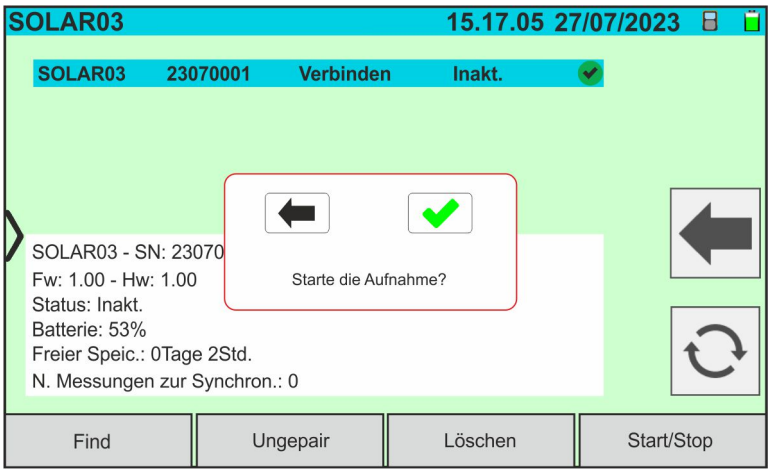


Abb. 49: Aktivierung Aufzeichnung auf Fernstation – Schritt 1

6. Tippen Sie auf die Schaltfläche  zum Bestätigen oder auf die Schaltfläche  zum Verlassen, ohne fortzufahren. Die Aufzeichnung erfolgt mit einem **nicht veränderbaren 1s-Scan** und die Meldung „**REC**“ erscheint auf dem Display der Fernstation, um den laufenden Vorgang anzuzeigen.

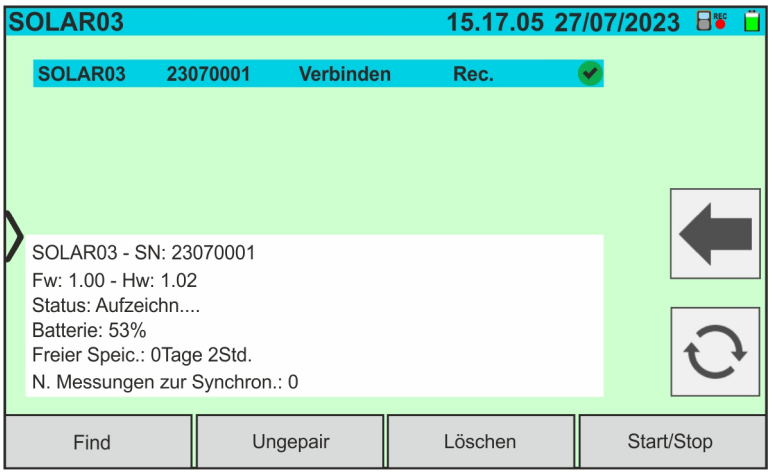


Abb. 50: Aktivierung Aufzeichnung auf Fernstation – Schritt 2

7. Das Symbol 

und die Meldung „**Rec.**“ werden auf dem Display angezeigt und die Meldung „REC“ wird auf dem Display der Fernstation angezeigt.

Schritt 2

8. **Bringen Sie die Fernstation in die Nähe der Module** und verbinden Sie die Einstrahlungs- und Temperaturproben (Falls benötigt), wie in der Abb. 47 oder Abb. 48 - Mittelteil gezeigt. Insbesondere:

   - **Bei Monofazialen Modulen** → platzieren Sie die Referenzzelle **HT305** auf der Frontfläche des Moduls **(F)** und verbinden sie diese mit Eingang "**INP1**" und **eventuell** die Temperaturprobe **PT305** mit Eingang "**INP4**" der Fernstation.
   - **Bei Bifazialen Modulen** → platzieren Sie die 3 **Referenzzellen HT305** auf der vorderen Ebene des Moduls **(F)**, auf dem oberen hinteren Teil (**BT**=**B**ack**T**op) und auf dem unteren hinteren Teil (**BB**=**B**ack**B**ottom) des Moduls. Verbinden sie die vordere Bezugszelle (F) am Eingang "**INP1**", die Bezugszelle BT am Eingang "**INP2**", die Bezugszelle BB am Eingang "**INP3**" und **eventuell** die Temperaturprobe **PT305** am Eingang "**INP4**" der Fernstation.
     Gemäß IEC/EN60904-1-2 berechnet das Instrument den Wert der äquivalenten frontalen Einstrahlungsstärke (**Irreq**), der der Einstrahlungsstärke nur auf der Frontseite entspricht, die die gleichen Auswirkungen hat wie die auf beiden Seiten gemessene Einstrahlungsstärke, wobei der **Bifazialitäts-Koeffizient** (φ) des Moduls gemäß der folgenden Beziehung berücksichtigt wird:

$$Irr_{Eq} = Irr_F + \varphi \times Irr_R$$

9. **Da die Aufzeichnung auf der Fernstation SOLAR03 bereits gestartet wurde, ist es nicht mehr unbedingt erforderlich, die Bluetooth-Verbindung aufrecht zu erhalten.** Wenn Sie die Verbindung aufrechterhalten, können Sie das Testergebnis sofort erhalten, ohne aufs Ende des Messvorganges mit der Übertragung der Daten warten zu müssen.

10. Bei **Monofazialen** Modulen ist die Anzeige von Abb. 51 am Display vorhanden. Es werden die folgenden Parameter angezeigt:
    - VPN-Spannung zwischen Plus- und Minuspol des Strings.
    - Modul-Temperatur mit Anzeige „- - - -"
    - Modul-Einstrahlung mit Anzeige „- - - -"
    - Anzeige des aktuell ausgewählten PV-Moduls
    - Referenzen an das Instrument angeschlossene Eingänge **C1, P1, C2, P2**

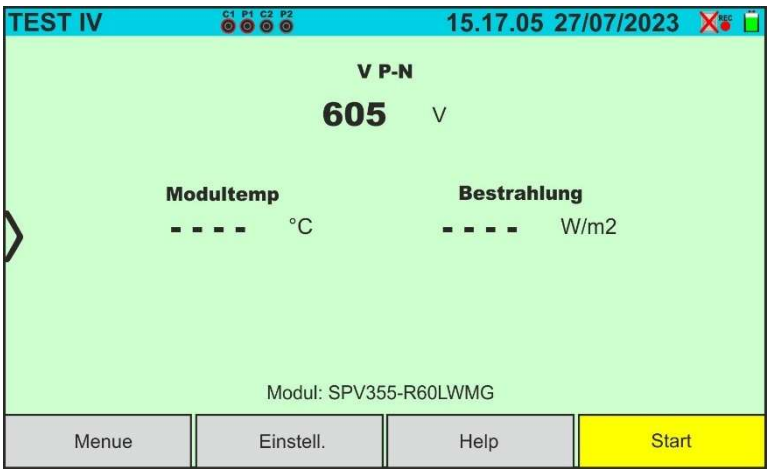


Abb. 51: I-V-Test mit SOLAR03 bei synchroner Aufzeichnung bei Monofazialen Modulen

11. Bei **Bifazialen** Modulen ist die Anzeige von Abb. 52 am Display vorhanden. Es werden die folgenden Parameter angezeigt:
    - VPN-Spannung zwischen Plus- und Minuspol des Strings.
    - Modul-Temperatur mit Anzeige „- - - -“
    - Einstrahlung Vorderseite des Moduls mit Anzeige „- - - -“
    - Einstrahlung Rückseite des Moduls mit Anzeige „- - - -“
    - Anzeige des aktuell ausgewählten PV-Moduls
    - Referenzen an das Instrument angeschlossene Eingänge **C1, P1, C2, P2**

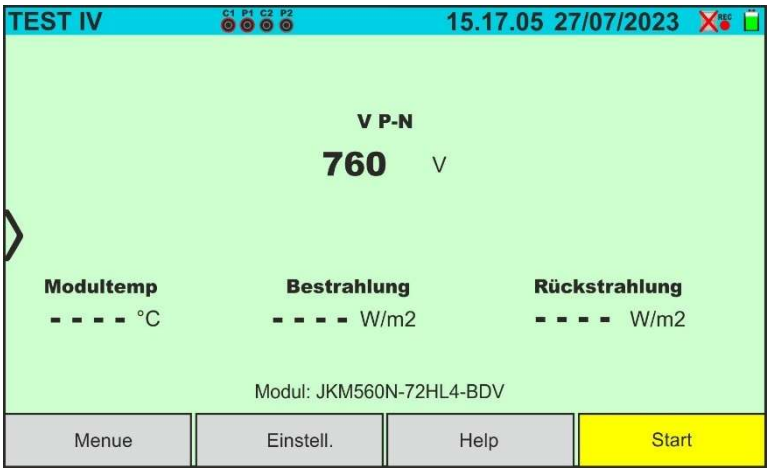


Abb. 52: I-V-Test mit SOLAR03 bei synchroner Aufzeichnung bei Bifazialen Modulen

12. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Einstell.**“ (Referenz einseitige Module). Der folgende Bildschirm wird in Abb. 53 angezeigt. Die folgenden Parameter sind angegeben:

    - Referenzen des aktuell ausgewählten Moduls
    - Parameter des zu programmierenden Test-Strings
    - Symbol zum Speichern der Einstellungen und Zurückkehren zum Hauptbildschirm oder Symbol zum Verlassen ohne Speichern

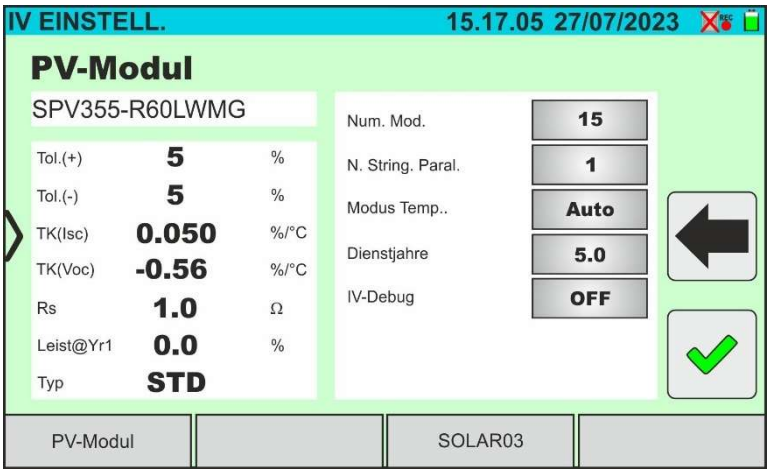


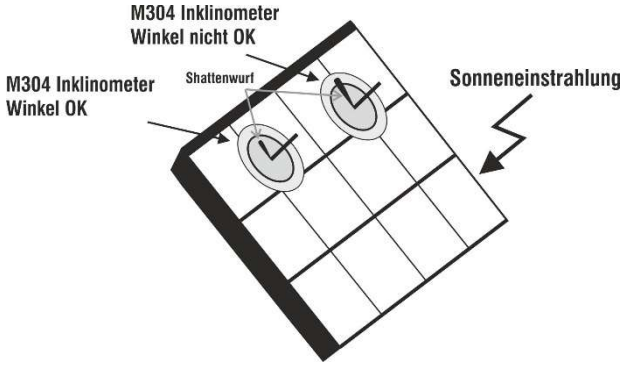
Abb. 53: Parametereinstellungen I-V Kurven-Messung

13. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**PV-Modul**“, um das zu testende PV-Modul zu wechseln. Das Instrument öffnet den DB-Bereich, in dem Sie ein neues Modul aus der Liste des DB-Bereichs auswählen können (siehe § 6.3)

14. Ziehen Sie jedes der 4 verfügbaren Rädchen nach rechts oder links, um den gewünschten Wert für die folgenden Parameter einzustellen:

- **Num. Mod** → Einstellung Modul-Anzahl des zu testenden Strings (**max. 60**)
- **N. String. Paral.** → Einstellung der Anzahl der parallel geschalteten Strings (**max. 5**). Die Einstellung „**1**“ zeigt an, dass nur ein Gesamt-String vorhanden ist.
- **Modus Temp.** → Einstellung des Modultemperatur-Messmodus. Folgende Optionen sind verfügbar: **Auto** (Temperatur, die vom Instrument auf der Grundlage der Voc-Messung und der Nennparameter des Moduls ermittelt wird – **keine Sonde angeschlossen und empfohlene Option**), **Mes.** (Temperaturmessung über Sonde PT305, angeschlossen an Fernstation SOLAR03)
- **Dienstjahre** (Einstellung der Anzahl der Betriebsjahre der zu testenden PV-Anlage im Bereich **0,1 ÷ 49,9** Jahre in Schritten von 0,1 Jahren) unter Berücksichtigung von **0,5 Jahren = 6 Monaten**. Diese Information wird vom Instrument zur Bestimmung der I-U-Kurve verwendet
- **IV-Debug** → Diese Funktion (siehe § 6.5.1) **darf nur bei Einsätzen mit dem HT-Assistenzdienst genutzt werden**. Die Option MUSS immer auf **OFF** eingestellt sein

15. Befestigen Sie den runden Stift des Zubehörteils **M304 (Inklinometer)** mit der runden Bodenplatte und stellen Sie ihn auf die Oberfläche des Moduls. **Überprüfen Sie, dass der auf die Scheibe geworfene Schatten des Ständers innerhalb des “konzentrischen Grenzkreises” innerhalb der Scheibe selbst liegt (siehe nebenstehende Abbildung).** Andernfalls ist der Winkel zwischen den Sonnenstrahlen und der Oberfläche des Moduls zu groß und daher sind die vom Instrument durchgeführten Abmessungen NICHT als zuverlässig zu betrachten. (bzw. entsprechend nicht der genauen Normenvorgaben) **Wiederholen Sie die Vorgänge zu anderen Tageszeiten.**



WARNUNG

- Wenn die Taste **START/STOP** (oder **Start** auf dem Display) gedrückt wird, kann das Instrument verschiedene Fehlermeldungen ausgeben (siehe § 6.4.6) und infolgedessen den Test nicht durchführen. Prüfen und beseitigen Sie, wenn möglich, die Problemursachen, bevor Sie fortfahren.
- Die vom Messinstrument verwendete Methode zur Messung der VDC-Spannung und des IDC-Stroms am Ausgang des PV-Moduls/Strings ist die "4-Terminal"-Methode, so dass es möglich ist, die an die Eingänge P1, C1, P2, C2 angeschlossenen Messkabel zu verlängern, ohne einen Widerstandsausgleich der Messkabel vornehmen zu müssen. **Verwenden Sie für Verlängerungen nur von HT geliefertes Zubehör**
- Die vorgenommenen Einstellungen an den Steuerungsparametern des Instruments können jederzeit auch während der Aufnahme geändert werden

16. Drücken Sie die Taste **START/STOP** (oder **Start** auf dem Display), um die Tests zu aktivieren. Wenn keine Fehlerbedingungen vorliegen, zeigt das Instrument das Symbol „⧖“ auf dem Display zusammen mit der Meldung „**Messung...**“ für einige Augenblicke an. Der Test kann je nach Leerlaufspannung und Modul-Parametern **bis zu 20 Sekunden** dauern. Wenn keine direkte Verbindung zu SOLAR03 besteht, zeigt das Instrument **nur die Messwerte @OPC ohne die Einstrahlungs- und Modultemperatur-Referenzen** (siehe Abb. 54) und das Endergebnis an.
    Um das Endergebnis (@STC-Werte) der durchgeführten Tests zu erhalten, müssen Sie das Ende der Testsitzung, den Aufzeichnungsstopp und die **anschließende Synchronisierung** mit der SOLAR03-Fernstation abwarten.



Abb. 54: Ergebnis der I-V Kurvenmessung @OPC mit synchroner Aufzeichnung

17. Tippen Sie auf das Symbol , um die Messungen im internen Speicher zu speichern (siehe § 7.1), oder auf das Symbol , um den Vorgang ohne Speichern zu beenden

Schritt 3

18. **Trennen Sie am Ende der Testsitzung** die SOLAR03-Fernstation ab und legen Sie sie in die Nähe des Instruments zurück (siehe Abb. 47 oder Abb. 48 – rechte Seite dargestellt
19. Tippen Sie auf die Taste „**SOLAR03**“, um auf den Steuer- und Verwaltungsbereich der SOLAR03-Fernstation zuzugreifen (siehe § 6.2), und warten Sie auf die automatische Wiederverbindung mit dem Instrument. Der Parameter „**N. Messungen zur Synchron.**“ gibt den Wert der gespeicherten Messungen an, die auf Werte vom SOLAR03-Instrument warten.
20. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Start/Stop**“, um die laufende Aufzeichnung zu **beenden**. Der folgende Bildschirm wird angezeigt

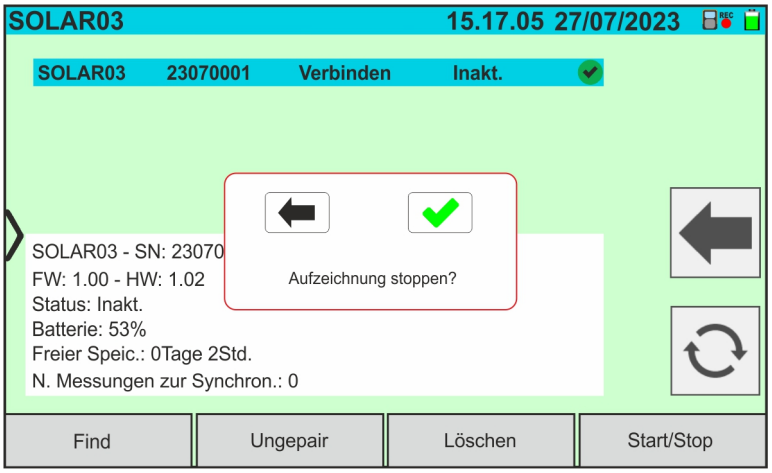


Abb. 55: Beendigung laufende Aufzeichnung auf Fernstation

21. Tippen Sie auf die Schaltfläche  zum Bestätigen oder auf die Schaltfläche  zum Verlassen, ohne fortzufahren.
22. Die Synchronisierung der anstehenden @OPC-Messungen, die Umrechnung der @STC-Werte und die anschließende Speicherung erfolgt **automatisch** durch das Instrument. Der Parameter „**N. Messungen zur Syncrhron.**“ muss nach Abschluss der Vorgänge den Wert „0“ annehmen
23. Tippen Sie auf das Symbol  bei eventuellen Fehlern die Schaltfläche, um die Synchronisation wieder zu aktivieren
24. Greifen Sie auf den Speicherbereich zu (siehe § 7.2), um gespeicherte Messungen abzurufen

WARNUNG

Die @STC-Ergebnisse gelten als ermittelbar sofern gilt:

- Spannung **Voc** > **Voc minimal = 15V**
- Es wurde festgestellt, dass die **frontalen** Einstrahlungswerte (gilt auch für Bifazialen Module) **über** dem am Instrument eingestellten Mindestschwellenwert liegen (>100W/m^2) und **stabil** sind (Abweichung zwischen Beginn und Ende der Messkampagne **±20W/m^2**)
- Die gemessene Leerlaufspannung Voc **stimmt mit dem im Moduldatenblatt angegebenen** erwarteten Wert überein
- Modul-Temperaturwert im Bereich von **-40 °C bis 100 °C**
- Kurzschlussstromwert **Isc > Iscmin = 0,2A**

25. Die Bedeutung der einzelnen Messwerte werden in § 6.4.5 erklärt.

6.4.5. Messwerteerklärung

Die vom MessInstrument erfassten und berechneten Parameterwerte haben folgende Bedeutung:

Parameter	Beschreibung
Pmax	Vom Instrument gemessene maximale Modulleistung (@STC)
ΔP%	Abweichung in % zwischen max. gemessener Leistung (@ STC) und Nennleistung
Voc	Leerlaufspannung
Vmpp	Spannung im Punkt der maximalen Leistung
Isc	Kurzschlussstrom
Impp	Strom im Punkt der maximalen Leistung

Tabelle 1: Liste der vom MessInstrument erfassten Parameter

Wobei:

$\Delta P\% = \left(\frac{P_{STC}^{Max} - P_{Leist}^{Nom}}{P_{Leist}^{Nom}}\right) * 100$ → Kontrollparameter, der das Test-Ergebnis bestimmt

$$P_{Leist}^{Nom} = P_{Nom} * \left(1 - \frac{Leistung\% * Dienstjahre}{100}\right)$$

Nennleistung bewertet mit Wirkung des Leistungsverlustes (siehe § 6.3 und § 11.3)

P_{Nom} = vom Hersteller angegebene Nennleistung @STC des Moduls
$Leistung\%$ = Leistungsabfall %, berechnet basierend auf in die DB eingegebenen Daten (siehe § 11.3)

Das MessInstrument gibt die hier angegebene und abschließende Meldung ab :

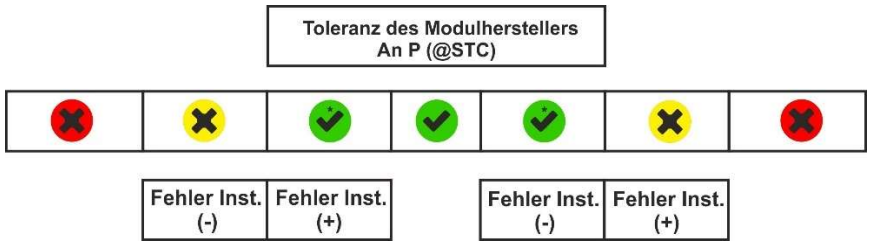
Antwort	Bedingung	Note	Beschreibung
	- (Tol-) + $\varepsilon_{Instrum}$ ≤ ε_{Mess} ≤ (Tol+) - $\varepsilon_{Instrum}$	(1)	Test OK
	Die Relation (1) ist nicht bestätigt, jedoch gilt: - (Tol-) ≤ ε_{Mess} ≤ (Tol+)	(2)	Akzeptabler Test
	Die Relationen (1) und (2) sind nicht bestätigt, jedoch gilt: - (Tol-) - $\varepsilon_{Instrum}$ ≤ ε_{Mess} ≤ (Tol+) + $\varepsilon_{Instrum}$	(3)	Test nicht akzeptabel
	Keine der Relationen (1), (2) oder (3) wurden bestätigt	(4)	Test NICHT OK

Keine:

Tol- = **Tol%(-) * P_{Nom}** → Negative Toleranz die vom Hersteller angegeben wird
Tol+ = **Tol%(+) * P_{Nom}** → Positive Toleranz die vom Hersteller angegeben wird
$\varepsilon_{Mess} = P_{STC}^{Max} - P_{Leist}^{Nom}$ → Kontrollparameter berechnet vom Instrument

NOTE: Der P_{STC}^{Max} -Wert wird gemäß der **IEC/EN60891**-Vorschrift ermittelt

ε_{Strum} → Maximaler instrumenteller Fehler, der auf P(@STC) deklariert (siehe § 10.1)



Anwendungsbeispiel (Messung mit Fernstation)

- Modulname: **JKM575N-72HL4-BDV (Hersteller JINKO)**
- Modultyp: Bifazial
- Nennleistung (@STC): 575W
- Leistung Toleranz (@STC): -0% / +3%
- Leistungsabfall % berechnet: 1.3%
- Dienstjahre: 1 Jahr
- Gemessene Leistung (@STC): 547W

Tol+ = Tol%(+) * Pnom = 0.03 * 575V = 17.3W
Tol- = Tol%(-) * Pnom = 0W
$P_{Leist}^{Nom} = 575 * \left(1 - \frac{1.3*1}{100}\right)$ = 567W

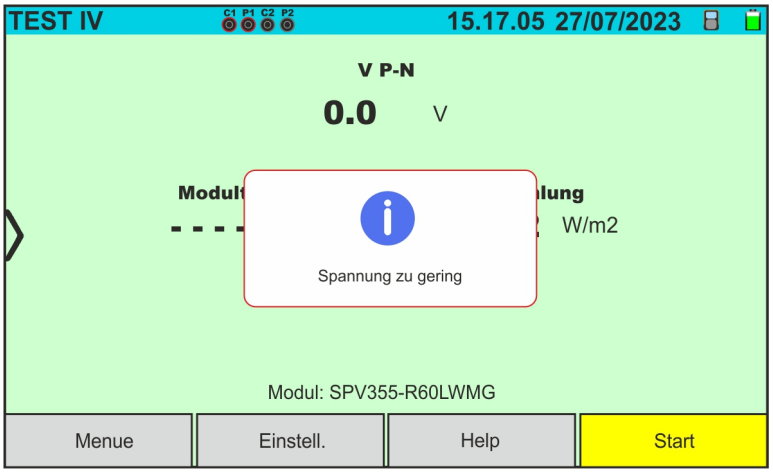
$\varepsilon_{Instrum}$ = ±(547 * 0.04 + 2) = ±23.88W

ε_{Mess} = 547 – 567 = -20W

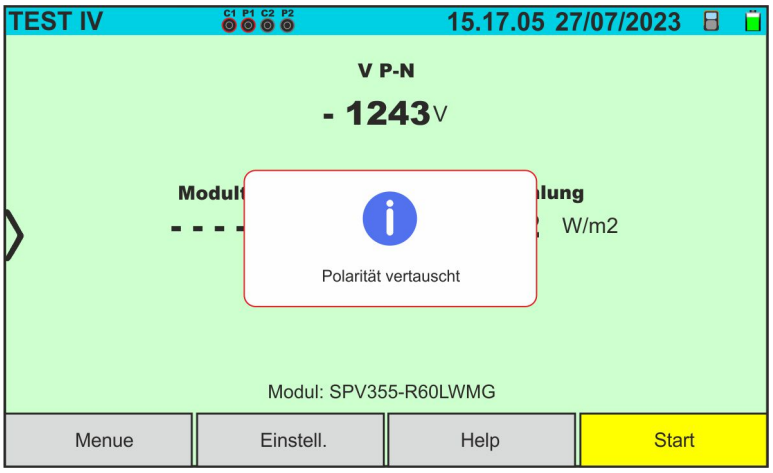
Vergleichsbedingungen:

Leistung → 0 +23.88 ≤ -20 ≤ 17.3 – 23.88 → Bedingung 1 NICHT überprüft
Leistung → 0 ≤ -20 ≤ 17.3 → Bedingung 2 NICHT überprüft
Leistung → - 23.88 ≤ -20 ≤ 17.3 + 23.88 → Bedingung 3 überprüft → **Antwort** ✖

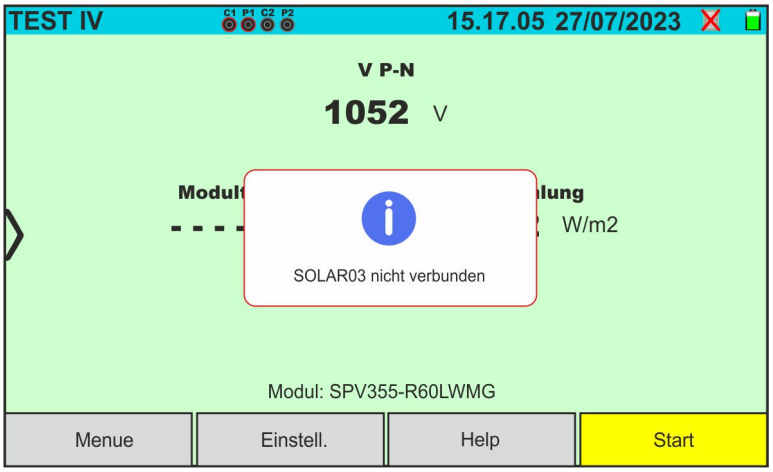
6.4.6. Anomalien



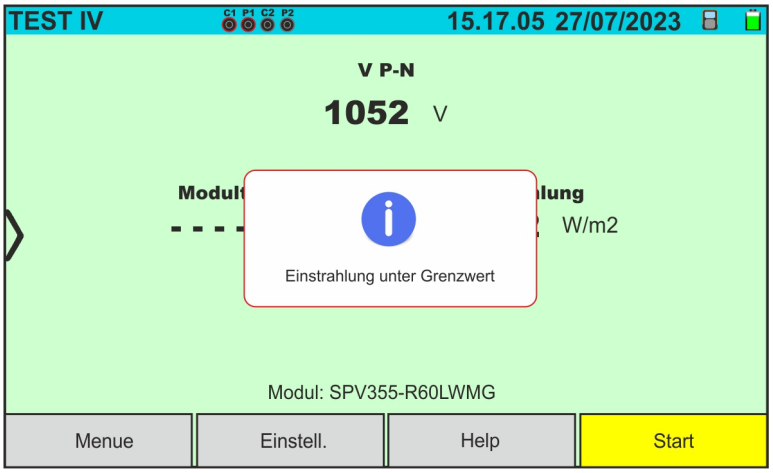
Wenn das Instrument an den P-N-Klemmen des Strings eine Spannung von **-0,5V≤VPN≤15VDC** feststellt, führt es den Test nicht durch und zeigt die nebenstehende Meldung an. Überprüfen Sie die Spannung der des Strings.



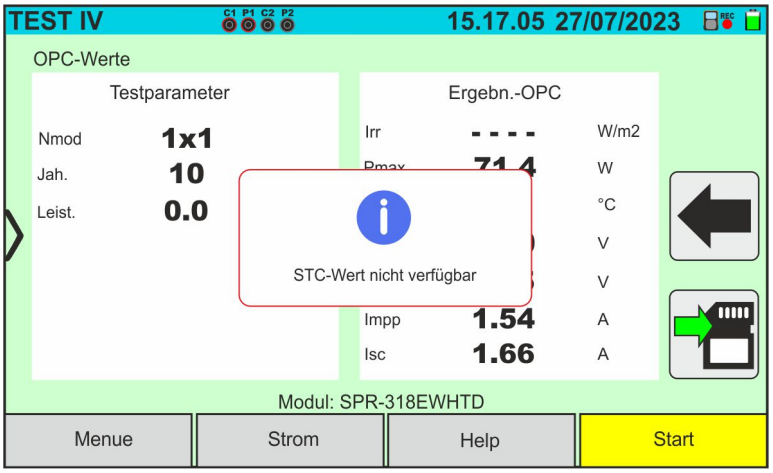
Wenn das Instrument eine Spannung **<-0,5VDC** an den P-N-Klemmen des Strings feststellt, führt es den Test nicht durch und zeigt die nebenstehende Meldung an. Überprüfen Sie die Verbindungen der String-Pole.



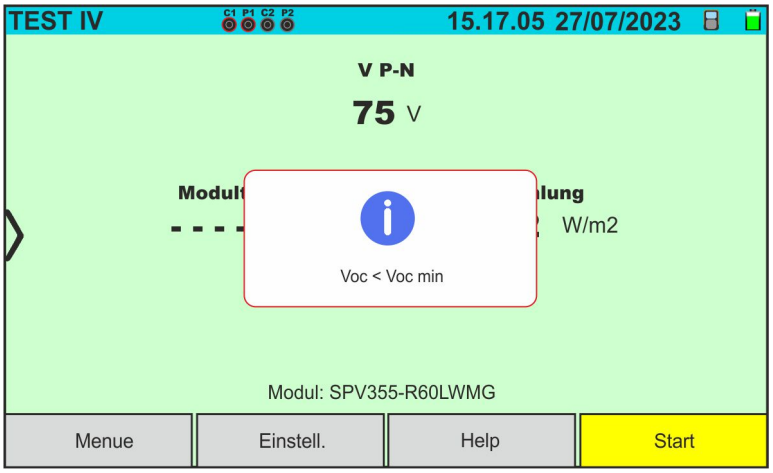
Wenn die SOLAR03-Fernstation aktiv, aber **nicht verbunden ist und nicht aufzeichnet**, führt das Instrument den Test nicht durch und zeigt die auf dem Bildschirm nebenan angezeigte Meldung an. Verbinden Sie das SOLAR03 mit dem Messgerät.



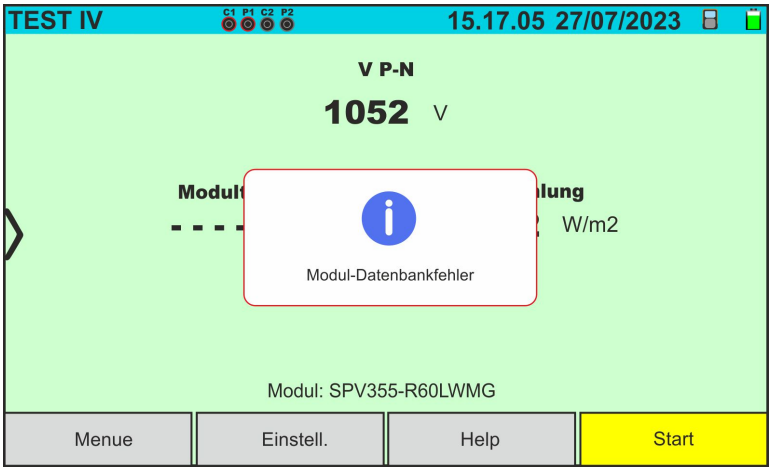
Wenn das Instrument bei aktiver und verbundener Fernstation (auch während der Aufzeichnung) einen Einstrahlungsstärkewert unterhalb des Grenzwertes (siehe § 5.2) feststellt, bricht es den Test ab und kehrt zum Hauptbildschirm zurück. Überprüfen Sie den Grenzwert und führen Sie die Tests zu einer anderen Tageszeit mit stabiler Einstrahlung durch



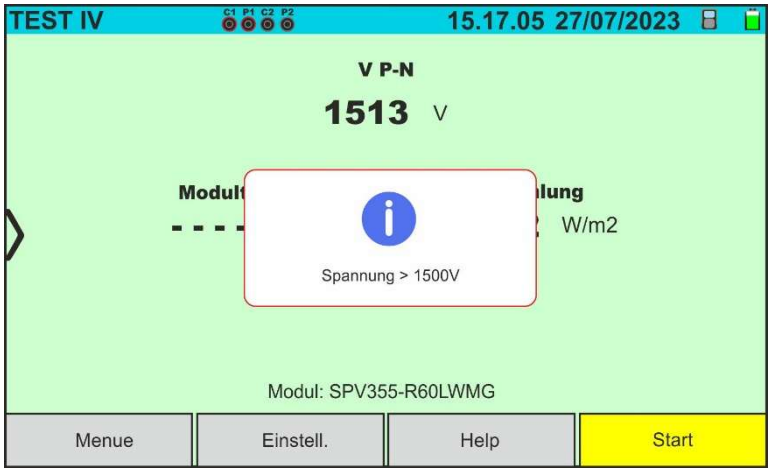
Wenn das Instrument während der Durchführung einer I-V- oder IVCK-Messung nicht in der Lage ist, die @STC-Werte zu ermitteln, zeigt es die Meldung auf dem Bildschirm nebenan an. Stellen Sie sicher, dass Sie über eine stabile Strahlung verfügen, außerdem den Mindestschwellenwert korrekt überschreiten und dass Sie die Messung gemäß den Angaben des Zubehörs M304 durchgeführt haben (siehe § 6.4.2 – Punkt 10). Wiederholen Sie die Messungen bei Bedarf zu anderen Tageszeiten



Wenn das Instrument am Ende des Tests eine Voc erkennt, die zu stark von der vor Beginn des Tests gemessenen Leerlaufspannung abweicht, wird die nebenstehende Meldung auf dem Display angezeigt
Dieser Zustand kann auf die Durchführung von Tests an Modulen schlechter Qualität und/oder auf einen zu geringen Kurzschlussstrom und/oder auf Messungen mit zu geringer Einstrahlungsstärke zurückzuführen sein



Im Falle eines Fehlers in der Moduldatenbank (z.B. Datenbankbeschädigung) blockiert das Instrument den Test und die nebenstehende Meldung wird auf dem Display angezeigt.
Stellen Sie die Standarddatenbank wieder her (siehe § 6.3.5), um mit den Maßnahmen fortzufahren



Wenn eine String-Spannung **von mehr als 1500 V DC** erkannt wird, stoppt das Instrument den Test und die nebenstehende Meldung wird auf dem Display angezeigt.
Überprüfen Sie die Eigenschaften des Moduls, die Anzahl der Module im Strang und reduzieren Sie ggf. die Anzahl, um den Test durchführen zu können

6.5. LISTE DER FEHLERMELDUNGEN ANGEZEIGTEN

Fehlernummer	Aktionen am Instrument	Ergebnis nach Aktionen
1	Keine Aktion möglich	Schicken Sie das Instrument zurück ins Werk
2	Schalten Sie das Instrument aus/ein und versuchen Sie die Messungen erneut	Wenn der Fehler nach den angegebenen Maßnahmen weiterhin besteht, senden Sie das Instrument zur Überprüfung ein
3	Überprüfen Sie die Messkabel, den Modultyp, die Voc-Parameter, den Voc-Temperaturkoeffizienten, die Anzahl der Module und die Einstrahlungsbedingungen	Wenn der Fehler nach den angegebenen Maßnahmen weiterhin besteht, führen Sie das Debug-Verfahren durch (siehe § 6.5.1) und wenden Sie sich an den Support von HT
4		
5	Keine Aktion möglich	Schicken Sie das Instrument zurück ins Werk
6, 8, 13, 14,15	Überprüfen Sie den Modultyp, die Voc-Parameter, den Voc-Temperaturkoeffizienten, die Anzahl der Module und die Bestrahlungsbedingungen	Wenn der Fehler nach den angegebenen Maßnahmen weiterhin besteht, führen Sie das Debug-Verfahren durch (siehe § 6.5.1) und wenden Sie sich an den Support von HT
16	Im „MEAS"-Modus wird der Temperaturfühler nicht erkannt. Überprüfen Sie, ob die PT305-Sonde beschädigt oder nicht richtig am Modul befestigt ist	Wenn der Fehler nach den angegebenen Maßnahmen weiterhin besteht, senden Sie SOLAR03 und PT305 zurück ins Werk
18	Überprüfen Sie den Modultyp, die Voc-Parameter, den Voc-Temperaturkoeffizienten und die Anzahl der Module	Wenn der Fehler nach den angegebenen Maßnahmen weiterhin besteht, führen Sie das Debug-Verfahren durch (siehe § 6.5.1) und wenden Sie sich an den Support
19	Überprüfen Sie den Modultyp, die Parameter Voc, Isc, Vmpp, Impp, die Temperaturkoeffizienten Voc und Isc sowie die Anzahl der Module	
20	Überprüfen Sie den Modultyp, die Parameter Voc, Isc, Vmpp, Impp, die Temperaturkoeffizienten Voc und Isc, die Anzahl der Module und die Anzahl der parallel geschalteten Strings	
21	Überprüfen Sie den Modultyp, die Parameter und die Anzahl der Module. Schalten Sie das Instrument aus/ein und wiederholen Sie die Messungen mehrmals	Wenn der Fehler nach den angegebenen Maßnahmen weiterhin besteht, senden Sie das Instrument zur Unterstützung ein
22	Überprüfen Sie den Modultyp, die Parameter Voc, Isc, Vmpp, Impp, die Temperaturkoeffizienten Voc und Isc, die Anzahl der Module und die Anzahl der parallel geschalteten Strings	Wenn der Fehler nach den angegebenen Maßnahmen weiterhin besteht, führen Sie das Debug-Verfahren durch (siehe § 6.5.1) und wenden Sie sich an den Support
23	Schalten Sie das Instrument aus/ein und wiederholen Sie die Messungen mehrmals	Wenn der Fehler nach den angegebenen Maßnahmen weiterhin besteht, senden Sie das Instrument zur Unterstützung ein
24	Überprüfen Sie den Modultyp, die Parameter Voc, Isc, Vmpp, Impp, die Temperaturkoeffizienten Voc und Isc, die Anzahl der Module und die Anzahl der parallel geschalteten Strings und stellen Sie sicher, dass der String vom Wechselrichter getrennt ist	Wenn der Fehler nach den angegebenen Maßnahmen weiterhin besteht, führen Sie das Debug-Verfahren durch (siehe § 6.5.1) und wenden Sie sich an den Support
25	Überprüfen Sie den Modultyp, die Anzahl der Module und die Anzahl der parallel geschalteten Strings. Überprüfen Sie, ob der String vom Wechselrichter getrennt ist. Wenn mehrere Strings parallelgeschaltet sind, testen Sie sie einzeln	
27	Instabile Strahlung aufgrund der Anwesenheit von Wolken	Wiederholen Sie die Tests unter stabilen klimatischen Bedingungen
28	Stellen Sie sicher, dass der Voc-Wert am Ende des Tests nicht zu sehr vom Wert zu Beginn des Tests abweicht	Stellen Sie sicher, dass die zu prüfende Module keinen zu geringen Kurzschlussstrom und keinen zu geringen Einstrahlungswert aufweisen
29	Schalten Sie das Gerät aus/ein und wiederholen Sie die Messungen mehrmals	Wenn der Fehler nach den angegebenen Maßnahmen weiterhin besteht, senden Sie das Instrument zur Unterstützung ein
30	Überprüfen Sie den Modultyp, die Parameter Voc, Isc, Impp, Vmpp, den Temperaturkoeffizienten Voc und Isc sowie die Anzahl der Module. Lassen Sie die HT305-Zelle im „AUTO"-Modus 10 Minuten lang stabilisieren. Überprüfen Sie im Modus „MIS" die korrekte Befestigung des PT305-Fühlers am Modul	Wenn der Fehler nach den angegebenen Maßnahmen weiterhin besteht, führen Sie das Debug-Verfahren durch (siehe § 6.5.1) und wenden Sie sich an den Support
31	Überprüfen Sie den Modultyp, die Parameter Voc, Isc, Impp, Vmpp, den Temperaturkoeffizienten für Voc und Isc sowie die Anzahl der Module	
32	Keine Aktion möglich	Führen Sie das Debug-Verfahren **nur mit der HT-Agora-Software** durch (siehe § 6.5.1) kontaktieren Sie den Support
33		Mögliche gefährliche Bedingungen für das Instrument. Kontaktieren Sie den Support
34	Vermeiden Sie weitere Maßnahmen, da es aufgrund starker parasitärer Kapazitäten zu hohen Strömen kommt	
35	Keine Aktion möglich	Führen Sie das Debug-Verfahren **nur mit der HT-Agora-Software** durch (siehe § 6.5.1) kontaktieren Sie den Support
36		
37	Überprüfen Sie die korrekten Anschlüsse an den Eingängen C1 und C2 (eventuell Spannung oder Strom zu gering ?) und wiederholen Sie den Test	Wenn der Fehler nach den angegebenen Aktionen weiterhin besteht, wenden Sie sich an den Support

6.5.1. Beschreibung der Debug-Prozedur

WARNUNG

Der Debug-Prozedur darf **NUR in Situationen durchgeführt werden, in denen das Instrument Fehlermeldungen wie im § 6.5** angegeben anzeigt und **in Absprache mit dem technischen Service von HT**

Operationen am Instrument

1. Schalten Sie das Instrument mit der **ON/OFF**-Taste ein
2. Berühren Sie die Funktion „ **I-V-Kurve**“ → **IV-Einstellungen**, um den folgenden Bildschirm zu öffnen

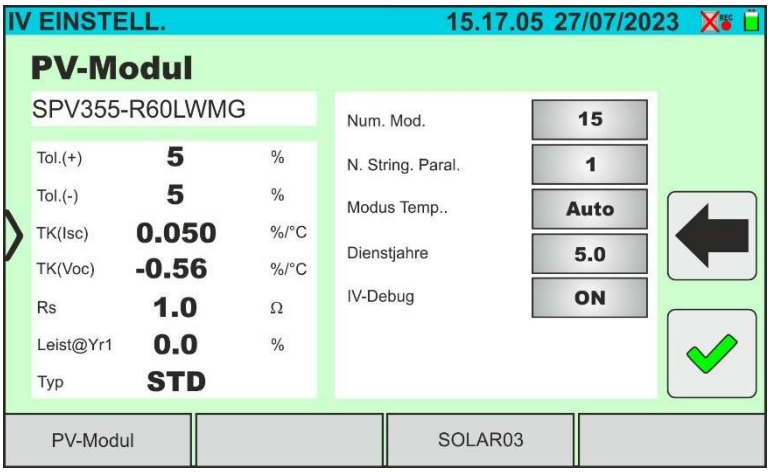


Fig. 56: Aktivierung der Debug-Funktion am Instrument

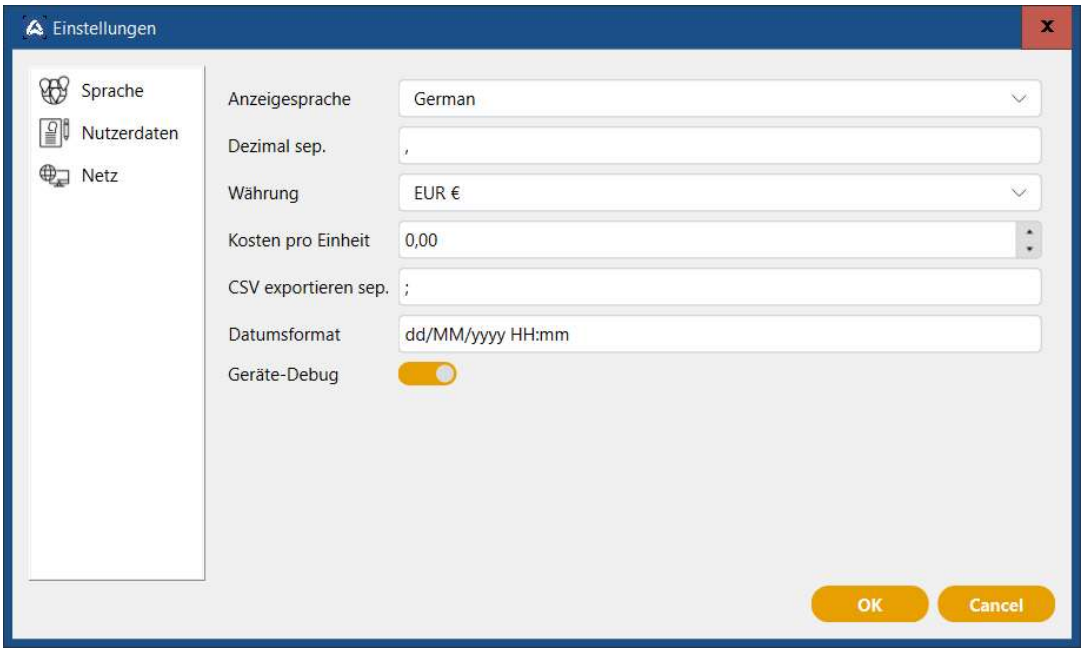
3. Wählen Sie im Punkt „**IV-Debug**“ die Option „**ON**“ und tippen Sie zur Bestätigung auf die Schaltfläche
4. **SCHALTEN SIE DAS INSTRUMENT NICHT AUS**
5. Schließen Sie das Instrument an das zu testende Modul bzw. den zu testenden String an und versuchen Sie dabei, die Testbedingungen (Verwendungsart der Ferneinheit, Einstrahlungs- und Temperaturwerte), die zu der Fehlermeldung auf dem Display führen, so genau wie möglich nachzubilden
6. Drücken Sie die **START/STOP**-Taste, um mindestens **zwei I-V-Kurvenmessungen** durchzuführen und speichern Sie die jeweiligen Ergebnisse ab.
7. Trennen Sie das Instrument vom zu testenden Modul/String

Operationen mit der HTAgorà-Software

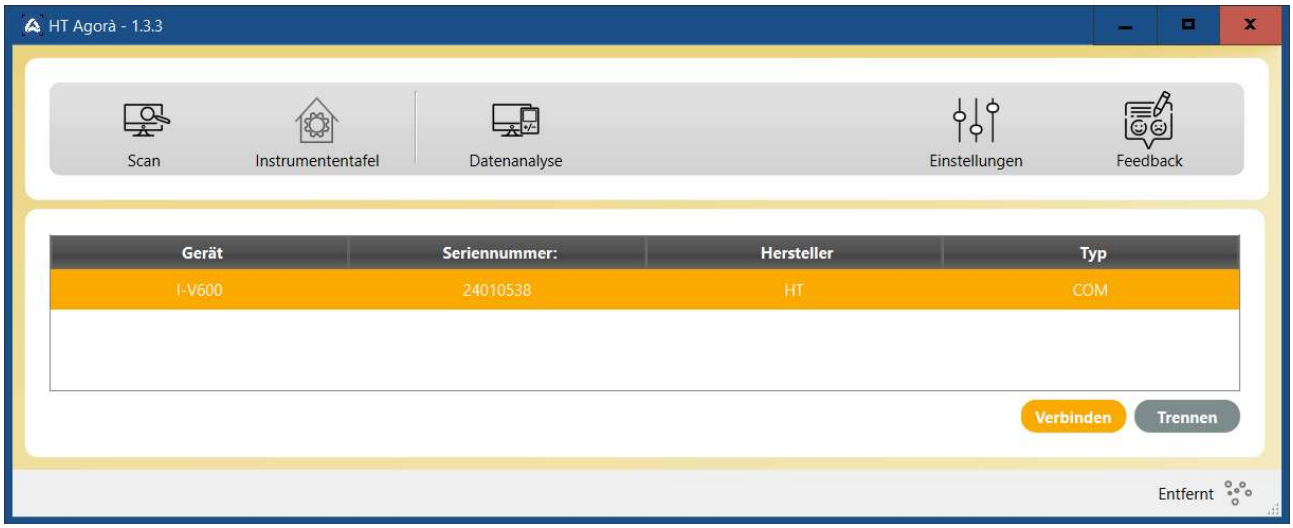
8. Aktualisieren Sie die HTAgorà-Software immer auf die neueste Version, die über den Link verfügbar ist: **https://download.ht-instruments.com/HTagora/**
9. Starten Sie HTAgorà und wählen Sie das Menü „**Einstellungen**“.



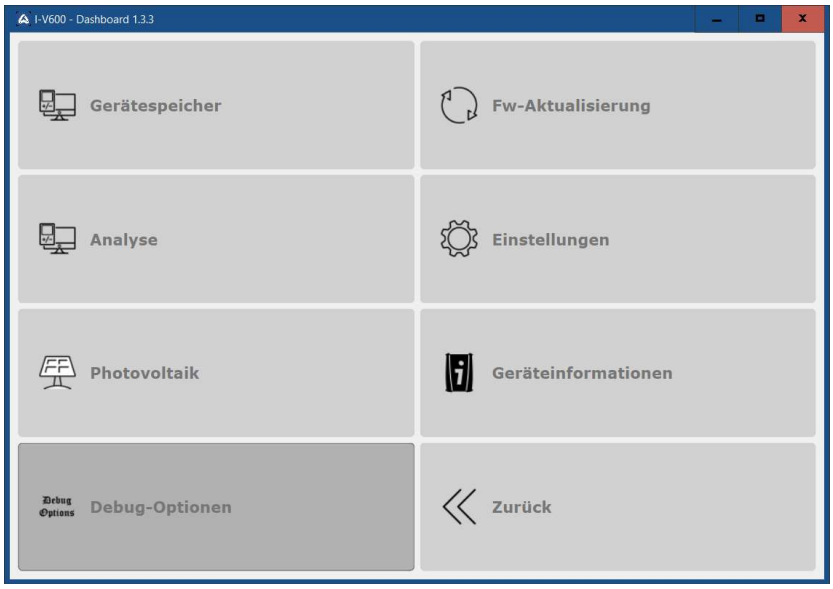
10. Aktivieren Sie im Bereich „**Sprache**“ die Option „**Geräte-Debug**“ und bestätigen Sie mit **OK**



11. Schalten Sie das Instrument ein und verbinden Sie es mit dem PC über das mitgelieferte USB-C-Kabel
12. Klicken Sie auf die Schaltfläche „**Scan**“, um das Instrument zu erkennen



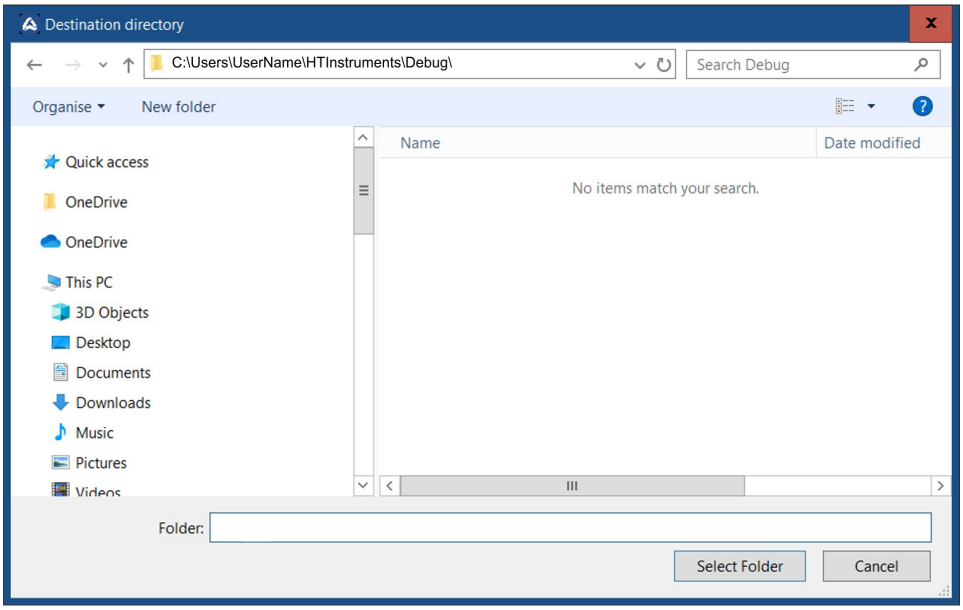
13. Wählen Sie das Gerät „I-V600“ aus und klicken Sie auf „**Verbinden**“
14. Klicken Sie im Dashboard-Fenster auf „**Debug-Optionen**“



15. Klicken Sie auf das „↓ “-Symbol, um den Download des Debug-Pakets auf den PC zu starten. Warten Sie einige Sekunden, bis der Vorgang abgeschlossen ist



16. Wählen Sie den Ordner auf dem PC aus, in dem die Debug-Datei gespeichert werden soll, und bestätigen Sie. Der Standardordner ist immer der folgende: **C:\Benutzer\Benutzername\HTInstruments\Debug**



17. Die Debug-Datei mit der Erweiterung **IVDBG** wird im ausgewählten Ordner gespeichert
18. Senden Sie die IVDBG-Datei an den HT-Support

6.6. IVCK – MESSUNG VON PV-MODULEN & STRINGS (EN62446-1)

6.6.1. Allgemeines

Diese Funktion führt die folgenden Tests an einem PV-Modul/String durch:

- **Leerlaufspannung Voc** des zu prüfenden PV-Strangs/Moduls, gemessen unter **OPC-Bedingungen** (**OP**erative **C**ondition), d. h. unter den realen Bedingungen, unter denen sich die Anlage befindet, mit oder ohne Einstrahlung und Temperaturmessung
- **Kurzschlussstrom Isc** gemäß den Anforderungen der Norm IEC/EN62446-1 des zu prüfenden PV-Strangs/Moduls, gemessen unter **OPC-Bedingungen** (**OP**erative **C**ondition), d. h. unter den realen Bedingungen, unter denen sich die Anlage befindet mit oder ohne Einstrahlung und Temperaturmessung

Bei Voc- und Isc-Messungen **OHNE Einstrahlungs- und Temperaturmessung** (**und damit ohne Verwendung der SOLAR03-Fernstation**) zeigt das Gerät nur die OPC-Werte an, vergleicht diese mit den **Durchschnittswerten** (gleitender Durchschnitt der letzten gespeicherten 10 Messungen) und zeigt das Ergebnis zum Vergleich der Durchschnittswerten an.

Bei Voc- und Isc-Messungen **mit Einstrahlungsstärke und Temperaturmessung** werden die Daten unter OPC-Bedingungen vom Instrument automatisch in STC-Bedingungen „hochgerechnet“ (Standardtestbedingung – Einstrahlungsstärke = 1000 W/m^2, Modultemperatur = 25°C, Spektralverteilung AM=1,5), um sie mit den vom Modulhersteller angegebenen Eigenschaften im Datenblatt zu vergleichen. **Unter diesen Bedingungen ist es notwendig, die Ferneinheit SOLAR03 zu verwenden, an die die Einstrahlungs- und Temperatursonden angeschlossen sind**

Die Messung der Einstrahlung erfolgt über eine oder mehrere **HT305**-Referenzzellen (**bei Bifazialen Modulen**), die mit der SOLAR03-Fernstation verbunden sind.

WARNUNG

Bei Strahlungsmessungen, die mit der/den Referenzzelle(n) **HT305** durchgeführt werden, **ist es nicht erforderlich**, die relative Empfindlichkeit und die Alpha-Werte einzustellen, das diese **automatisch** vom **SOLAR03** angepasst werden, nachdem dieses Zubehör an die Ferneinheit angeschlossen wurde

Die Ergebnis-Seite beinhaltet:

- Beschreibung der Module
- Einstrahlungs- und Temperaturwerte (sofern verfügbar)
- Mittelwerte von Voc und Isc, ermittelt aus dem Mittelwert der 10 letzten OPC-Messwerten der abgespeicherten Messungen. Sofern die Anzahl der abgespeicherten Messungen < 10 ist, werden nur die verfügbaren Messungen herangezogen. Die erste Messung wird noch im Feld “Mittelwerte” (“Average values”) keine Werte anzeigen, da keine vorherigen Messungen vorliegen, aus denen ein Mittelwert berechnet werden könnte.
- Die Werte von Voc und Isc gemessen unter OPC (OPerating Conditions) sowie jegliche Teilergebnisse (sofern STC-Werte nicht vorliegen), die durch Vergleich mit den Mittelwerten ermittelt wurden.
- Die Werte von Voc und Isc gemessen unter STC (sofern verfügbar) sowie jegliche Teilergebnisse, die durch Vergleich mit den berechneten STC-Werten und den Nennwerten (hinterlegt in der DB-Moduldatenbank) ermittelt wurden.
- Das Gesamtergebnis (OK(NO). Das Gesamtergebnis wird auf der Grundlage der Teilergebnisse berechnet, die auf der Grundlage der STC-Teilergebnisse (falls diese verfügbar sind) oder auf der Grundlage der OPC-Teilergebnisse (falls die STC Werte nicht verfügbar sind) erhalten wurden.

6.6.2. IVCK-Test ohne SOLAR03 Fernstation

WARNUNG

- Die maximale Spannung zwischen den Eingängen P1, C1, P2 und C2 beträgt 1500VDC. Versuchen Sie nicht, Spannungen zu messen, die die Grenzwerte, die in diesem Handbuch angegebenen werden, überschreiten.
- Führen Sie keine Tests an PV-Modulen oder Strings durch, die an den DC/AC-Wandler angeschlossen sind.
- **Der maximal zulässige Strom des Instruments beträgt 40A DC**
- Die Richtlinie IEC/EN62446-1 erfordert die Durchführung von Messungen String nach String. Obwohl das Instrument für die Bewältigung des Einschaltstroms für einzelne oder parallele Strings konzipiert ist, **wird empfohlen**, gemäß den Anforderungen der Norm **jeweils nur einen String zu testen**.
- Das Endergebnis ergibt sich aus dem Vergleich der Ergebnisse, die an den einzelnen Modulen/Strings ohne Korrektur bezüglich Einstrahlung oder Temperatur erzielt wurden. **Es wird daher empfohlen, diesen Modus nur bei ausreichend stabilen Umgebungsbedingungen** (klarer Himmel, keine reflektierte Strahlung, keine Schatten) zu verwenden.

1. Schalten Sie das Instrument durch Drücken der Taste **ON/OFF** ein.
2. Beachten Sie das Vorhandensein des Symbols „ “ oben rechts auf dem Display, um zu erkennen, dass keine aktive SOLAR03-Fernstation mit dem Instrument verbunden ist. Andernfalls führen Sie den Befehl „**Entkoppeln**“ des aktuell aktiven Instruments aus (siehe § 6.2).
3. Verbinden Sie das Instrument mit dem zu testenden Modul/String wie in Abb. 57 gezeigt. Verbinden Sie insbesondere den vom Modul/String ausgehenden Minuspol mit den Anschlüssen **P2, C2** und den vom Modul/String ausgehenden Pluspol mit den Anschlüssen **P1, C1**.

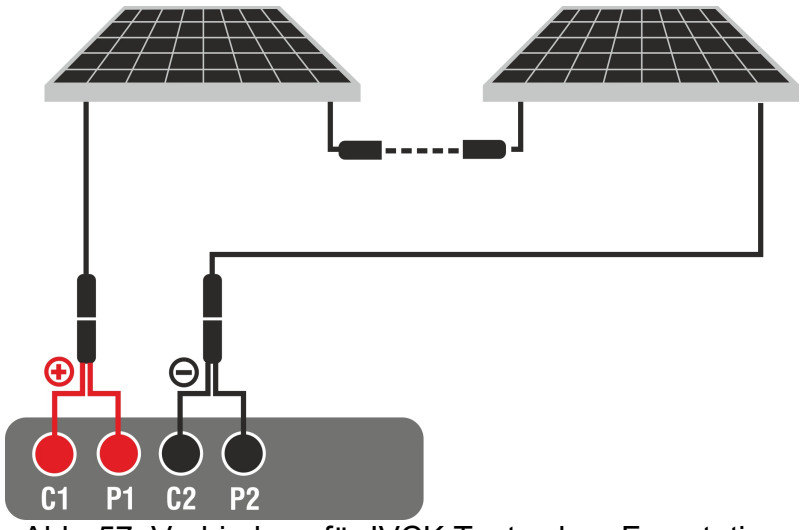


Abb. 57: Verbindung für IVCK Tests ohne Fernstation

4. Bei **Monofazialen** Modulen ist die Anzeige von Abb. 58 am Display vorhanden. Es werden die folgenden Parameter angezeigt:
   - VPN-Spannung zwischen Plus- und Minuspol des Strings.
   - Modul-Temperatur mit Anzeige „- - - -“
   - Modul-Einstrahlung mit Anzeige „- - - -“
   - Anzeige des aktuell ausgewählten PV-Moduls
   - Referenzen an das Instrument angeschlossene Eingänge **C1, P1, C2, P2**

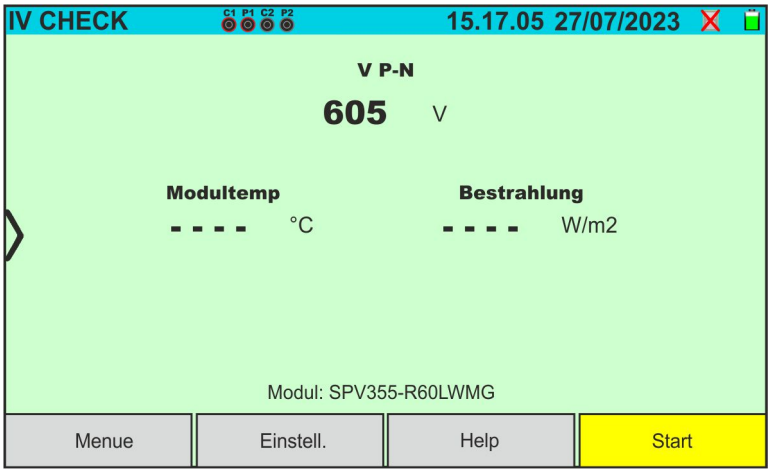


Abb. 58: Startbildschirm IVCK-Test ohne Fernstation bei Monofazialen Modulen

5. Bei **Bifazialen** Modulen ist die Anzeige von Abb. 59 am Display vorhanden. Es werden die folgenden Parameter angezeigt:
   - ➢ VPN-Spannung zwischen Plus- und Minuspol des Strings.
   - ➢ Modul-Temperatur mit Anzeige „- - - -“
   - ➢ Einstrahlung Vorderseite des Moduls mit Anzeige „- - - -“
   - ➢ Einstrahlung Rückseite des Moduls mit Anzeige „- - - -“
   - ➢ Anzeige des aktuell ausgewählten PV-Moduls
   - ➢ Referenzen an das Instrument angeschlossene Eingänge **C1, P1, C2, P2**

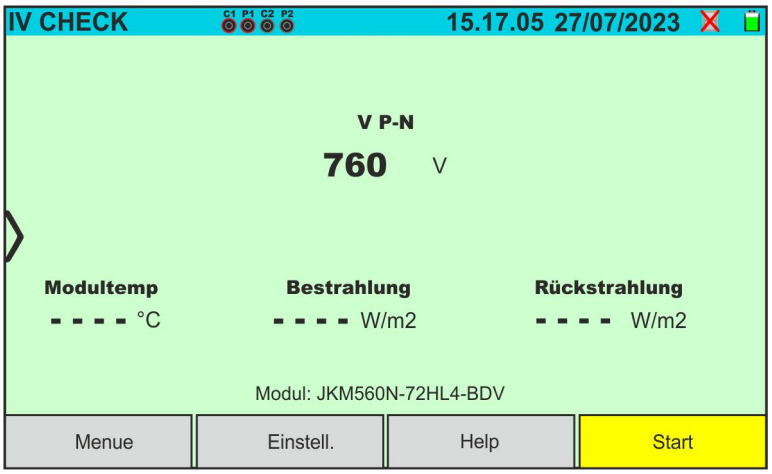


Abb. 59: Startbildschirm IVCK-Test ohne Fernstation bei Bifazialen Modulen

6. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Einstell.**“ (Referenz einseitige Module). Der folgende Bildschirm wird in Abb. 60 angezeigt. Die folgenden Parameter sind angegeben:

   - ➢ Voc_avg und Isc_avg Werte des aktuell ausgewählten Moduls
   - ➢ Parameter des zu programmierenden Test-Strings
   - ➢ Symbol  zum Speichern der Einstellungen und Zurückkehren zum Hauptbildschirm oder Symbol  zum Verlassen ohne Speichern

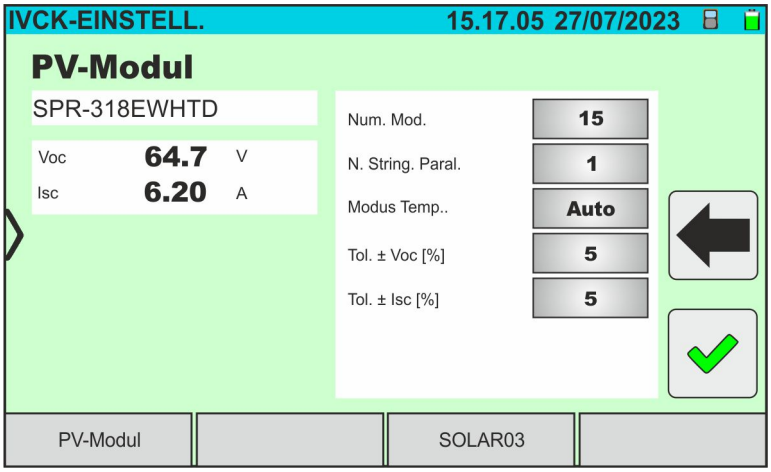


Abb. 60: Parametereinstellungen IVCK-Test

7. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**PV-Modul**“, um das zu testende PV-Modul zu wechseln. Das Instrument öffnet den DB-Bereich, in dem Sie ein neues Modul aus der Liste des DB-Bereichs auswählen können (siehe § 6.3).
8. Ziehen Sie jedes der 5 verfügbaren Rädchen nach rechts oder links, um den gewünschten Wert für die folgenden Parameter einzustellen:
   - **Num. Mod** → Einstellung Modul-Anzahl des zu testenden Strings (**max. 60**)
   - **N. String. Paral.** → Einstellung der Anzahl der parallel geschalteten Strings (**max. 5**). Die Einstellung „**1**“ zeigt an, dass nur ein String vorhanden ist.
   - **Modus Temp.** → Einstellung des Modultemperatur-Messmodus. Folgende Optionen sind verfügbar: **Auto** (Temperatur wird vom Instrument anhand der Voc-Messung berechnet – **keine Sonde angeschlossen und empfohlene Option**), **Mes.** (Temperaturmessung über Sonde PT305, angeschlossen an Fernstation SOLAR03)
   - **Tol. ± Voc [%]** → Einstellung der prozentualen Toleranz bei der Voc-Messung im Bereich: **1% ÷ 20% (typisch 5%)**
   - **Tol. ± Isc [%]** → Einstellung der prozentualen Toleranz bei der Isc-Messung im Bereich: **1% ÷ 20% (typisch 10%)**
9. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Zurück_Avg**“, um die Durchschnittswerte der Parameter Voc_avg und Isc_avg (Durchschnittswerte von Voc und Isc in den 10 zuvor gespeicherten Messungen) auf Null zurückzusetzen, bevor Sie eine neue Messung beginnen. Der folgende Bildschirm wird angezeigt:

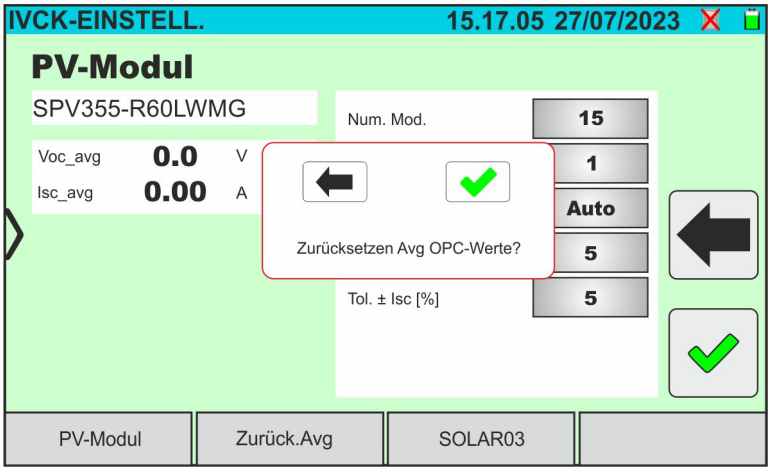


Abb. 61: Zurücksetzen der durchschnittlichen Voc- und Isc-Werte im IVCK-Test

10. Tippen Sie auf die Schaltfläche ✔ zum Bestätigen oder auf die Schaltfläche ← zum Verlassen, ohne fortzufahren.

WARNUNG

Wenn die Taste **START/STOP** (oder **Start** auf dem Display) gedrückt wird, kann das Instrument verschiedene Fehlermeldungen ausgeben (siehe § 6.4.6) und infolgedessen den Test nicht durchführen. Prüfen und beseitigen Sie, wenn möglich, die Problemursachen, bevor Sie fortfahren.

11. Drücken Sie die Taste **START/STOP** (oder **Start** auf dem Display), um den Test zu aktivieren. Wenn keine Fehlerbedingungen vorliegen, zeigt das Instrument das Symbol „⌛“ zusammen mit der Meldung „**Messung...**“ auf dem Display für einige Augenblicke an. Der Test kann je nach Leerlaufspannung und Modul-Parametern **bis zu 20 Sekunden** dauern. Am Ende des Tests wird im Falle eines **erfolgreichen** Tests der folgende Bildschirm (der Einfachheit halber wird auf die Monofazialen Module verwiesen) auf dem Display angezeigt:

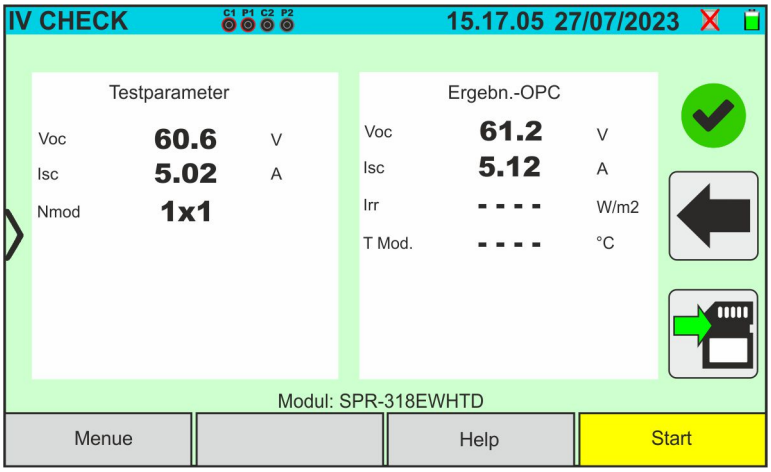


Abb. 62: Beispiel für positives Ergebnis IVCK-Test – OPC-Werte

12. Bei einem **negativen** Ergebnis wird der folgende Bildschirm angezeigt:

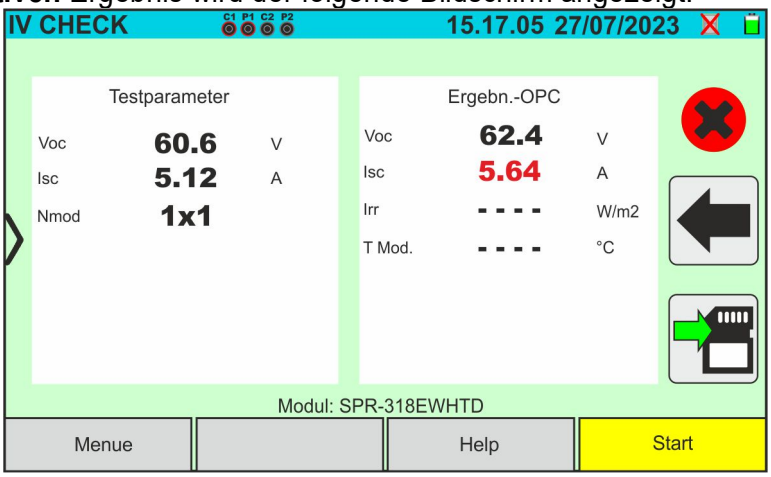


Abb. 63: Beispiel für negatives Ergebnis IVCK-Test – OPC-Werte

13. In den obigen Bildschirmen werden die folgenden Parameter angezeigt:
    - Modell des zu testenden Moduls
    - Die Durchschnittswerte von Voc und Isc werden als Durchschnitt der entsprechenden OPC-Werte **der letzten 10 Tests berechnet und gespeichert**. Wenn die Anzahl der Tests <10 ist, wird der Durchschnitt anhand der Anzahl der verfügbaren Tests berechnet. Beim ersten Test wird „- - -“ im Feld „Durchschnittswerte“ angezeigt, da es keine vorherigen Tests gibt, anhand derer der Durchschnitt berechnet werden könnte.
    - Unter OPC-Bedingungen ermittelte Messergebnisse
    - Symbole , , , zur Anzeige des Messergebnisses (siehe § 6.6.5)
14. Tippen Sie auf , um die Messung zu speichern (siehe § 7.1) oder Symbol , um zu beenden

WARNUNG

- Die Durchschnittswerte von Voc und Isc erscheinen auf der Ergebnisseite. Diese Werte beinhalten die **Durchschnittswerte von Voc und Isc unter OPC-Bedingungen, berechnet als Mittelwert der 10 letzten abgespeicherten Messwerte.** Sofern der Benutzer weniger als 10 Messungen oder einen Reset der Durchschnittswerte durchgeführt hat, wird der angezeigte Mittelwert der Messung N+1 aus den N verfügbaren Werten ermittelt.
- In diesem Betriebsmodus sind die vorab berechneten Durchschnittswerte besonders wichtig. Wenn Sie eine neue Messkampagne mit erheblichen Schwankungen der Einstrahlungsstärke oder der Temperatur starten, **empfiehlt es sich**, die durchschnittlichen Referenzwerte **zurückzusetzen** (**Befehl „AVG zurücksetzen**“) und sie dann auf der Grundlage der neuen Messungen neu zu berechnen. Die Durchschnittswerte werden sowieso auf Null gestellt, wenn der Benutzer die Anzahl an Modulen und/oder Strings ändert.

15. Die Bedeutung der einzelnen Messwerte wird in § 6.6.5 erklärt

6.6.3. IVCK-Test mit Fernstation SOLAR03 im direkten Zusammenhang

Die Messungen von Einstrahlung und Temperatur (wenn das Instrument im Messmodus der Temperatur „Mis“ eingestellt ist) **durch die Fernstation SOLAR03, im direkten Zusammenhang mit dem Instrument via Bluetooth verbunden ist**, sind empfohlen, wenn die Einstrahlungsbedingungen instabil sind, oder wenn ein Vergleich mit den vom Hersteller erklärten Nennwerten des Moduls notwendig ist.

WARNUNG

- Die maximale Spannung zwischen den Eingängen P1, C1, P2 und C2 beträgt 1500VDC. Versuchen Sie nicht, Spannungen zu messen, die die Grenzwerte, die in diesem Handbuch angegebenen werden, überschreiten.
- Führen Sie keine Tests an PV-Modulen oder Strings durch, die an den DC/AC-Wandler angeschlossen sind.
- **Der maximal zulässige Strom des Instruments beträgt 40A DC.**
- Die Richtlinie IEC/EN62446-1 erfordert die Durchführung von Messungen String nach String. Obwohl das Instrument für die Bewältigung des Einschaltstroms für einzelne oder parallele Strings konzipiert ist, **wird empfohlen**, gemäß den Anforderungen der Norm **jeweils nur einen String zu testen**.

1. Schalten Sie das Instrument durch Drücken der Taste **ON/OFF** ein.
2. Schalten Sie die Fernstation SOLAR03 ein, weisen Sie sie zu und verbinden Sie sie mit dem Instrument, wie in § 6.2 beschrieben. Beachten Sie das Symbol „“ oben rechts auf dem Display.
3. Verbinden Sie das Instrument und die Fernstation SOLAR03 mit dem zu testenden Modul/String wie in Abb. 64 gezeigt. Insbesondere:
   - Verbinden Sie den vom Modul/String ausgehenden Minuspol mit den Anschlüssen **P2, C2** und den vom Modul/String ausgehenden Pluspol mit den Anschlüssen **P1, C1**.
   - **Bei monofazialen Modulen** → stellen Sie die Referenzzelle **HT305** auf die Frontfläche des Moduls **(F)** und verbinden Sie die Anschlussleitung mit demvEingang “**INP1**” und **eventuell** die Temperaturprobe **PT305** mit dem Eingang “**INP4**” der Fernstation.
     Bei Bifazialen Modulen → platzieren Sie die 3 **Referenzzellen HT305** auf der vorderen Ebene des Moduls **(F)**, auf dem oberen hinteren Teil (**BT**=**B**ack**T**op) und auf dem unteren hinteren Teil (**BB**=**B**ack**B**ottom) des Moduls. Verbinden sie die vordere Bezugszelle (F) mit dem Eingang “**INP1**”, die Bezugszelle BT mit dem Eingang “**INP2**”, die Bezugszelle BB mit dem Eingang “**INP3**” und **eventuell** die Temperaturprobe **PT305** mit dem Eingang “**INP4**” der Fernstation.

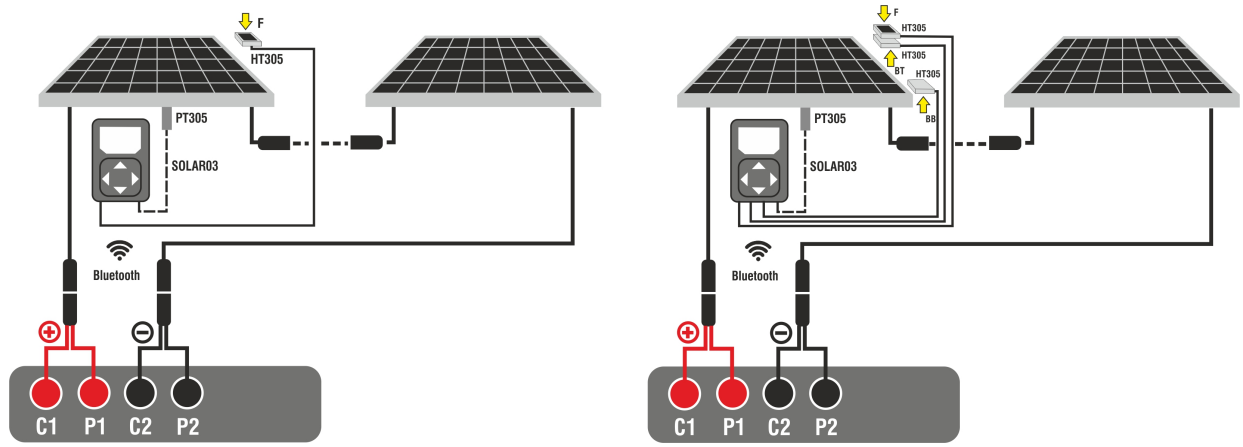


Abb. 64: Verbindung mit Fernstation SOLAR03 an Monofazialen und Bifazialen Modulen.

4. Bei **Monofazialen** Modulen ist die Anzeige von Abb. 65 am Display vorhanden. Es werden die folgenden Parameter angezeigt:

   - VPN-Spannung zwischen Plus- und Minuspol des Strings.
   - Modul-Temperatur (**mit angeschlossener Sonde PT305**)
   - Modul-Einstrahlung gemessen mit der Referenzzelle HT305
   - Anzeige des aktuell ausgewählten PV-Moduls
   - Referenzen an das Instrument angeschlossene Eingänge **C1, P1, C2, P2**

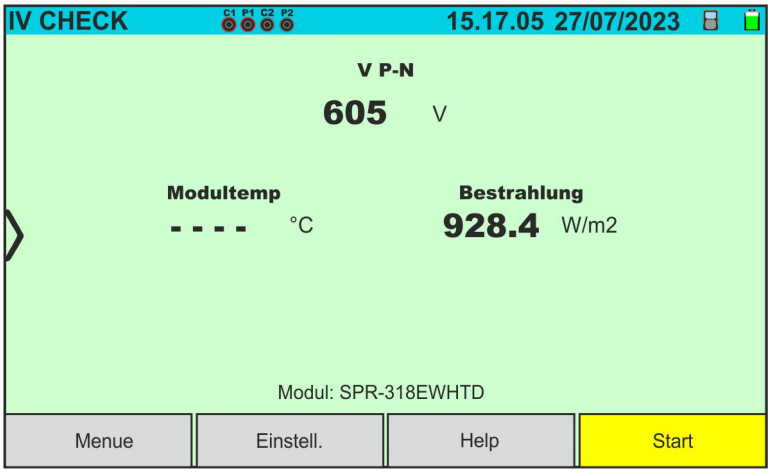


Abb. 65: Startbildschirm IVCK-Test ohne Fernstation bei Monofazialen Modulen

5. Bei **Bifazialen** Modulen ist die Anzeige von Abb. 66 am Display vorhanden. Es werden die folgenden Parameter angezeigt:

   - VPN-Spannung zwischen Plus- und Minuspol des Strings.
   - Modul-Temperatur (nur **mit angeschlossener Sonde PT305**)
   - Einstrahlung Vorderseite des Moduls gemessen mit der Referenzzelle HT305
   - Einstrahlung Rückseite des Moduls gemessen mit der Referenzzelle HT305

WARNUNG

Der Parameter „**Rückstrahlung**“ gibt den **Mindestwert** zwischen den von den HT305-Zellen gemessenen Einstrahlungen an der unteren Rückseite (BB) und der oberen Rückseite (BT) des Moduls an.

   - Anzeige des aktuell ausgewählten PV-Moduls
   - Referenzen an das Instrument angeschlossene Eingänge **C1, P1, C2, P2**

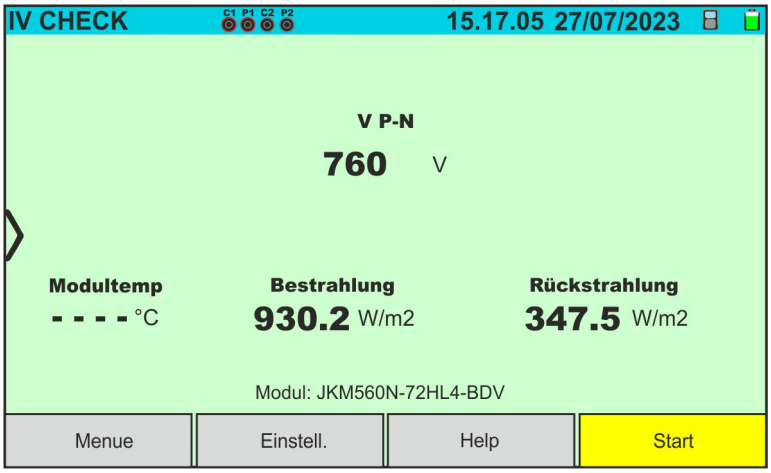


Abb. 66: Startbildschirm IVCK-Test ohne Fernstation bei Bifazialen Modulen

6. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Einstell.**“ (Referenz einseitige Module). Der folgende Bildschirm wird in Abb. 67 angezeigt. Die folgenden Parameter sind angegeben:
   - Voc und Isc (@STC) Referenzen des aktuell ausgewählten Moduls
   - Parameter des zu programmierenden Test-Strings
   - Symbol zum Speichern der Einstellungen und Zurückkehren zum Hauptbildschirm oder Symbol zum Verlassen ohne Speichern

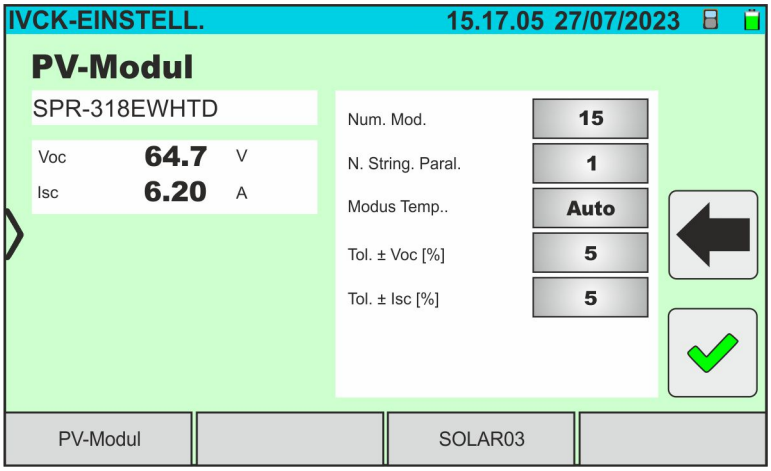
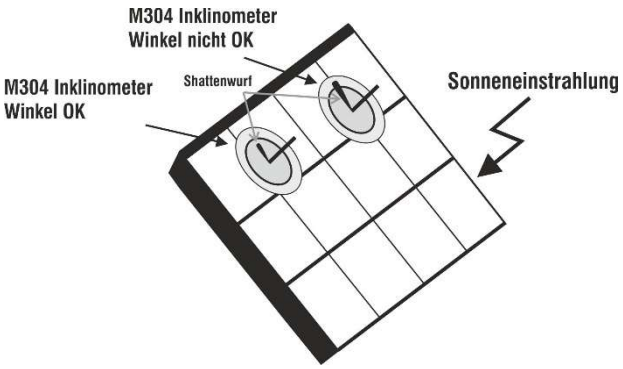


Abb. 67: Parametereinstellungen I-U-Kurven-Messung

7. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**PV-Modul**“, um das zu testende PV-Modul zu wechseln. Das Instrument öffnet den DB-Bereich, in dem Sie ein neues Modul aus der Liste des DB-Bereichs auswählen können (siehe § 6.3).
8. Ziehen Sie jedes der 5 verfügbaren Rädchen nach rechts oder links, um den gewünschten Wert für die folgenden Parameter einzustellen:
   - **Num. Mod** → Einstellung Modul-Anzahl des zu testenden Strings (**max. 60**)
   - **N. String. Paral.** → Einstellung der Anzahl der parallel geschalteten Strings (**max. 5**). Die Einstellung „**1**“ zeigt an, dass nur ein Gesamt-String vorhanden ist.
   - **Modus Temp.** → Einstellung des Modultemperatur-Messmodus. Folgende Optionen sind verfügbar: **Auto** (Temperatur wird vom Instrument anhand der Voc-Messung berechnet – **keine Sonde angeschlossen und empfohlene Option**), **Mes.** (Temperaturmessung über Sonde PT305, angeschlossen an Fernstation)
   - **Tol. ± Voc [%]** → Einstellung der prozentualen Toleranz bei der Voc-Messung im Bereich: **1% ÷ 20% (typisch 5%)**
   - **Tol. ± Isc [%]** → Einstellung der prozentualen Toleranz bei der Isc-Messung im Bereich: **1% ÷ 20% (typisch 5%)**

9. Befestigen Sie den Ständer auf der runden Scheibe des Zubehörteils **M304 (Inklinometer)** und Platzieren Sie ihn auf die Oberfläche des Moduls. **Überprüfen Sie, dass der auf die Scheibe geworfene Schatten des Ständers innerhalb des “konzentrischen Grenzkreises” innerhalb der Scheibe selbst liegt (siehe nebenstehende Abbildung).** Andernfalls **wiederholen Sie eventuell die Messungen zu anderen Tageszeiten.**



WARNUNG

Wenn die Taste **START/STOP** (oder **Start** auf dem Display) gedrückt wird, kann das Instrument verschiedene Fehlermeldungen ausgeben (siehe § 6.4.6) und infolgedessen den Test nicht durchführen. Prüfen und beseitigen Sie, wenn möglich, die Problemursachen, bevor Sie fortfahren.

10. Drücken Sie die Taste **START/STOP** (oder **Start** auf dem Display), um den Test zu aktivieren. Wenn keine Fehlerbedingungen vorliegen, zeigt das Instrument das Symbol „⌛“ auf dem Display zusammen mit der Meldung „**Messung...**“ für einige Augenblicke an. Der Test kann je nach Leerlaufspannung und Modul-Parametern **bis zu 20 Sekunden** dauern. Der folgende Bildschirm (der Einfachheit halber wird auf einseitige Module Bezug genommen) wird im Falle eines **positiven Testergebnisses** auf dem Display angezeigt.

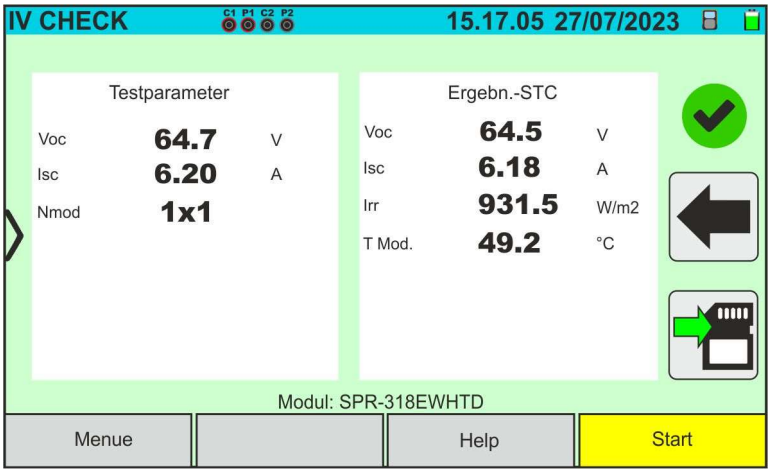


Abb. 68: Beispiel für positives Ergebnis IVCK-Test – STC-Werte

11. Bei einem **negativen** Ergebnis wird der folgende Bildschirm angezeigt:

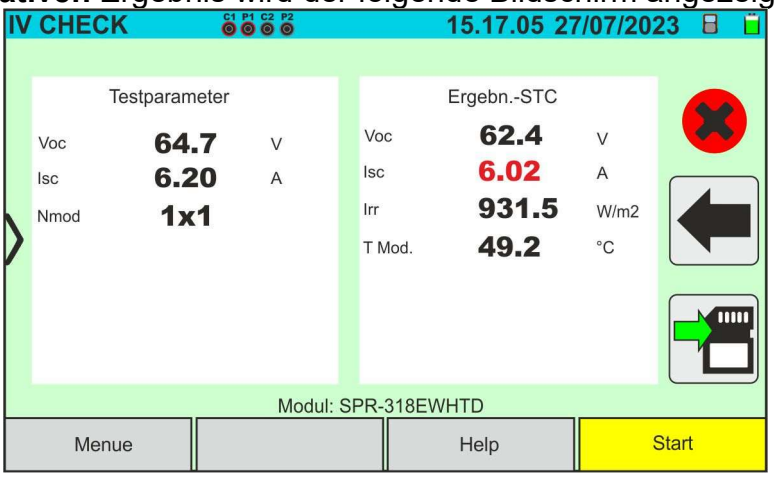


Abb. 69: Beispiel für negatives Ergebnis IVCK-Test – STC-Werte

12. In den obigen Bildschirmen werden die folgenden Parameter angezeigt:
    - Modell des zu testenden Moduls
    - Nennwerte des zu testenden Moduls, wie im internen DB definiert (siehe § 6.3)
    - Unter STC-Bedingungen berechnete Messergebnisse
    - Symbole ✓, ✗, ✓, ✗ zur Anzeige des Messergebnisses (siehe § 6.6.5)
13. Tippen Sie auf das Symbol 💾, um die Messung zu speichern (siehe § 7.1), oder auf das Symbol ⬅, um die Messung ohne Speichern zu beenden
14. Die Bedeutung der einzelnen Messwerte wird in § 6.6.5 erklärt

6.6.4. IVCK-Test mit Fernstation SOLAR03 bei synchroner Aufzeichnung

Strahlungs- und Temperaturmessungen (wenn das Instrument im Temperaturmessmodus „Meas“ eingestellt ist) über **die SOLAR03-Fernstation, die in synchroner Aufzeichnung mit dem Instrument verbunden ist, werden empfohlen,** wenn instabile Einstrahlungsbedingungen vorliegen und Hindernisse vorhanden sind, **die die Bluetooth Verbindung unterbrechen könnten** und es besteht die Notwendigkeit eines Vergleichs mit den vom Hersteller angegebenen Nennwerten des Moduls.
Auf diese Weise, muss die aktive SOLAR03-Fernstation nur zu BEGINN und am ENDE des Betriebs über Bluetooth verbunden werden und NICHT WÄHREND der eigentlichen Einstrahlungs- und Temperaturmessungen. Das Instrument liefert die Ergebnisse der @OPC-Messungen ohne Ergebnis und führt dann die automatische und gleichzeitige @STC-Übersetzung **erst nach der Datenübertragung von der Remote-Einheit am Ende der Aufzeichnung und der anschließenden erneuten Verbindung durch**.

WARNUNG

- Die maximale Spannung zwischen den Eingängen P1, C1, P2 und C2 beträgt 1500VDC. Versuchen Sie nicht, Spannungen zu messen, die die Grenzwerte, die in diesem Handbuch angegebenen werden, überschreiten.
- Führen Sie keine Tests an PV-Modulen oder Strings durch, die an den DC/AC-Wandler angeschlossen sind.
- **Der maximal zulässige Strom des Instruments beträgt 40A DC.**
- Die Richtlinie IEC/EN62446-1 erfordert die Durchführung von Messungen String nach String. Obwohl das Instrument für die Bewältigung des Einschaltstroms für einzelne oder parallele Strings konzipiert ist, **wird empfohlen**, gemäß den Anforderungen der Norm **jeweils nur einen String zu testen**.

1. Schalten Sie das Instrument durch Drücken der Taste **ON/OFF** ein.
2. Verbinden Sie das Instrument mit dem zu testenden Modul/String wie in Abb. 70 (Monofazialen Modulen) oder Abb. 71 (Bifazialen Modulen). Verbinden Sie insbesondere den vom Modul/String ausgehenden Minuspol mit den Anschlüssen **P2, C2** und den vom Modul/String ausgehenden Pluspol mit den Anschlüssen **P1, C1**

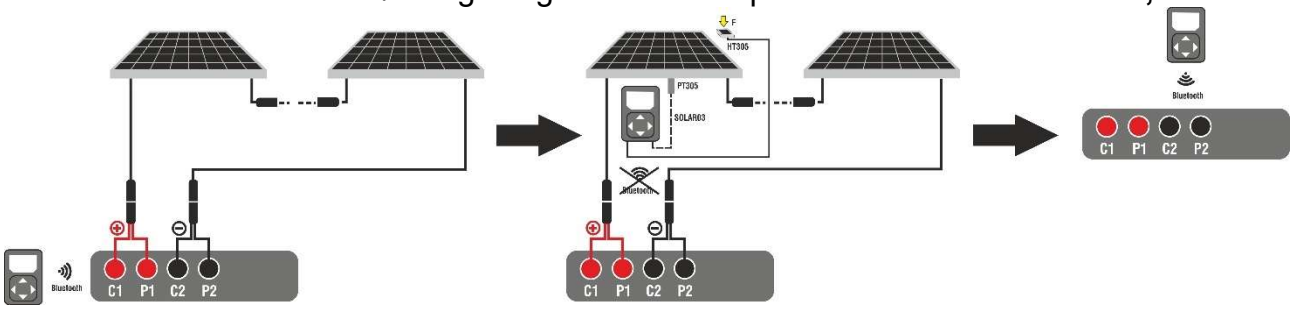


Abb. 70: Einsatz mit SOLAR03 bei synchroner Aufzeichnung auf Monofazialen Modulen

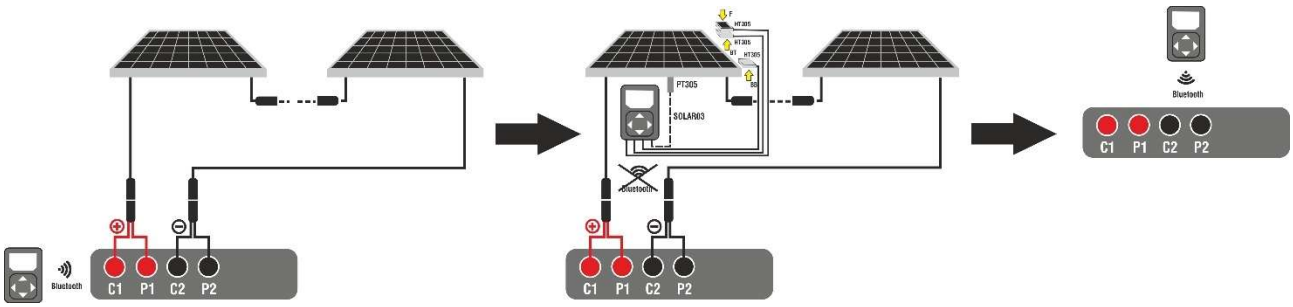


Abb. 71: Einsatz mit SOLAR03 bei synchroner Aufzeichnung auf Bifazialen Modulen

Schritt 1

3. Bringen Sie die SOLAR03-Fernstation näher an das Instrument heran, wie in Abb. 70 oder Abb. 71 – linke Seite dargestellt
4. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**SOLAR03**“, um den Bereich für die Steuerung und Verwaltung der Fernstation SOLAR03 aufzurufen (siehe § 6.2). Vergewissern Sie sich, dass **nur eine** Fernstation aktiv und mit dem Instrument verbunden ist.
5. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Start/Stop**“, um eine Aufzeichnung auf der verbundenen Fernstation zu starten. Der folgende Bildschirm wird angezeigt:

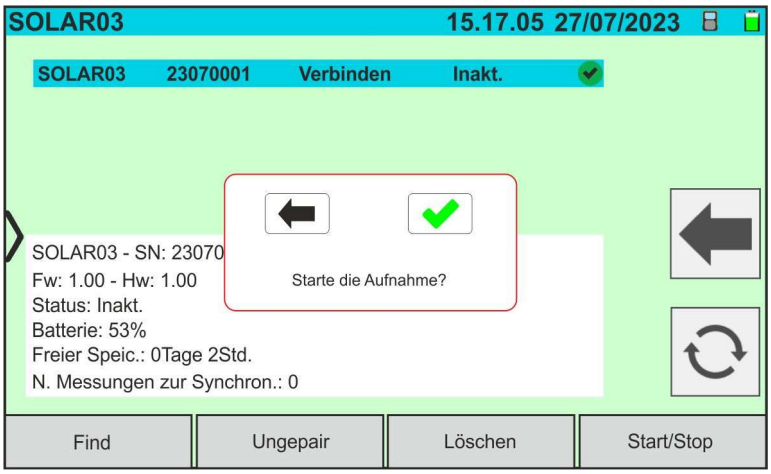


Abb. 72: Aktivierung Aufzeichnung auf Fernstation – Schritt 1

6. Tippen Sie auf die Schaltfläche zum Bestätigen oder auf die Schaltfläche zum Verlassen, ohne fortzufahren. Die Aufzeichnung erfolgt mit einem **nicht veränderbaren 1s-Scan** und die Meldung „**REC**“ erscheint auf dem Display der Fernstation, um den laufenden Vorgang anzuzeigen.



Abb. 73: Aktivierung Aufzeichnung auf Fernstation – Schritt 2

7. Das Symbol REC und die Meldung „**Rec.**“ werden auf dem Display angezeigt und die Meldung „REC“ wird auf dem Display der Fernstation angezeigt.

Schritt 2

8. **Bringen Sie die Fernstation in die Nähe der Module** und verbinden Sie die Einstrahlungs- und Temperaturproben (Falls benötigt), wie in der Abb. 70 oder Abb. 71 - Mittelteil gezeigt. Insbesondere:

   - **Bei Monofazialen Modulen** → platzieren Sie die Referenzzelle **HT305** auf der Frontfläche des Moduls **(F)** und verbinden sie diese mit Eingang "**INP1**" und **eventuell** die Temperaturprobe **PT305** mit Eingang "**INP4**" der Fernstation.
   - **Bei Bifazialen Modulen** → platzieren Sie die 3 **Referenzzellen HT305** auf der vorderen Ebene des Moduls **(F)**, auf dem oberen hinteren Teil (**BT**=**B**ack**T**op) und auf dem unteren hinteren Teil (**BB**=**B**ack**B**ottom) des Moduls. Verbinden sie die vordere Bezugszelle (F) am Eingang "**INP1**", die Bezugszelle BT am Eingang "**INP2**", die Bezugszelle BB am Eingang "**INP3**" und **eventuell** die Temperaturprobe **PT305** am Eingang "**INP4**" der Fernstation.
     Gemäß IEC/EN60904-1-2 berechnet das Instrument den Wert der äquivalenten frontalen Einstrahlungsstärke (**Irreq**), der der Einstrahlungsstärke nur auf der Frontseite entspricht, die die gleichen Auswirkungen hat wie die auf beiden Seiten gemessene Einstrahlungsstärke, wobei der **Bifazialitäts-Koeffizient** (φ) des Moduls gemäß der folgenden Beziehung berücksichtigt wird:

$$Irr_{Eq} = Irr_F + \varphi \times Irr_R$$

9. **Da die Aufzeichnung auf der Fernstation SOLAR03 bereits gestartet wurde, ist es nicht mehr unbedingt erforderlich, die Bluetooth-Verbindung aufrecht zu erhalten.** Wenn Sie die Verbindung aufrechterhalten, können Sie das Testergebnis sofort erhalten, ohne aufs Ende des Messvorganges warten zu müssen.

10. Bei **Monofazialen** Modulen ist die Anzeige von Abb. 74 am Display vorhanden. Es werden die folgenden Parameter angezeigt:
    - VPN-Spannung zwischen Plus- und Minuspol des Strings.
    - Modul-Temperatur mit Anzeige „- - - -"
    - Modul-Einstrahlung mit Anzeige „- - - -"
    - Anzeige des aktuell ausgewählten PV-Moduls
    - Referenzen an das Instrument angeschlossene Eingänge **C1, P1, C2, P2**

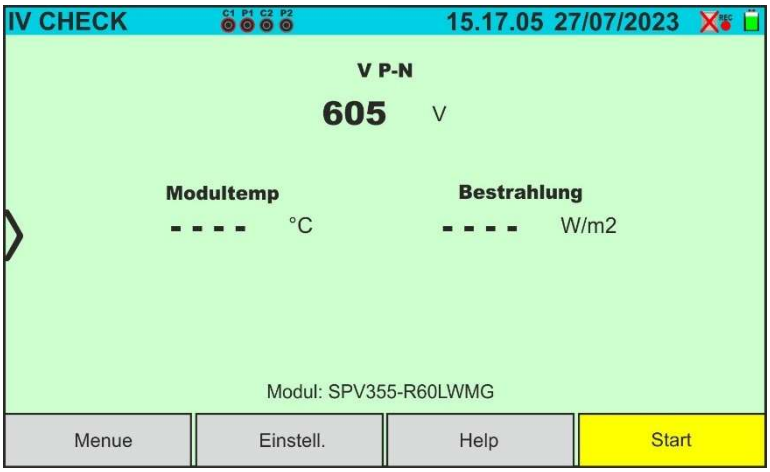


Abb. 74: I-V-Test mit SOLAR03 bei synchroner Aufzeichnung bei Monofazialen Modulen

11. Bei **Bifazialen** Modulen ist die Anzeige von Abb. 75 am Display vorhanden. Es werden die folgenden Parameter angezeigt:
    - VPN-Spannung zwischen Plus- und Minuspol des Strings.
    - Modul-Temperatur mit Anzeige „- - - -“
    - Einstrahlung Vorderseite des Moduls mit Anzeige „- - - -“
    - Einstrahlung Rückseite des Moduls mit Anzeige „- - - -“
    - Anzeige des aktuell ausgewählten PV-Moduls
    - Referenzen an das Instrument angeschlossene Eingänge **C1, P1, C2, P2**

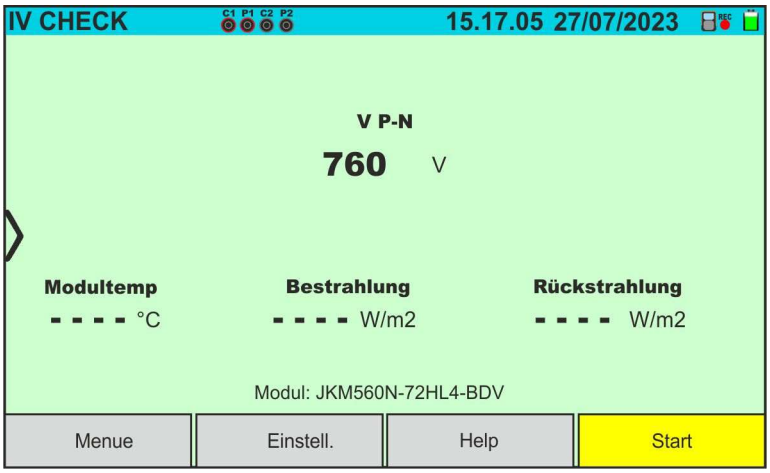


Abb. 75: I-V-Test mit SOLAR03 bei synchroner Aufzeichnung bei Bifazialen Modulen

12. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Einstell.**“ (Referenz einseitige Module). Der folgende Bildschirm wird in Abb. 53 angezeigt. Die folgenden Parameter sind angegeben:

    - Referenzen Voc und Isc (@STC) des aktuell ausgewählten Moduls
    - Parameter des zu programmierenden Test-Strings
    - Symbol zum Speichern der Einstellungen und Zurückkehren zum Hauptbildschirm oder Symbol zum Verlassen ohne Speichern



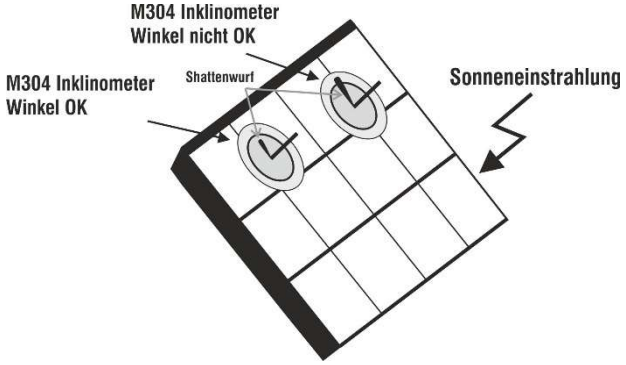
Abb. 76: Parametereinstellungen I-V Kurven-Messung

13. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**PV-Modul**“, um das zu testende PV-Modul zu wechseln. Das Instrument öffnet den DB-Bereich, in dem Sie ein neues Modul aus der Liste des DB-Bereichs auswählen können (siehe § 6.3)

14. Ziehen Sie jedes der 4 verfügbaren Rädchen nach rechts oder links, um den gewünschten Wert für die folgenden Parameter einzustellen:

- **Num. Mod** → Einstellung Modul-Anzahl des zu testenden Strings (**max. 60**)
- **N. String. Paral.** → Einstellung der Anzahl der parallel geschalteten Strings (**max. 5**). Die Einstellung „**1**“ zeigt an, dass nur ein Gesamt-String vorhanden ist.
- **Modus Temp.** → Einstellung des Modultemperatur-Messmodus. Folgende Optionen sind verfügbar: **Auto** (Temperatur wird vom Instrument anhand der Voc-Messung berechnet – **keine Sonde angeschlossen und empfohlene Option**), **Mes.** (Temperaturmessung über Sonde PT305, angeschlossen an Fernstation)
- **Tol. ± Voc [%]** → Einstellung der prozentualen Toleranz bei der Voc-Messung im Bereich: **1% ÷ 20% (typisch 5%)**
- **Tol. ± Isc [%]** → Einstellung der prozentualen Toleranz bei der Isc-Messung im Bereich: **1% ÷ 20% (typisch 5%)**

15. Befestigen Sie den Ständer auf der runden Scheibe des Zubehörteils **M304 (Inklinometer)** und Platzieren Sie ihn auf die Oberfläche des Moduls. **Überprüfen Sie, dass der auf die Scheibe geworfene Schatten des Ständers innerhalb des “konzentrischen Grenzkreises” innerhalb der Scheibe selbst liegt (siehe nebenstehende Abbildung).** Andernfalls **wiederholen Sie eventuell die Messungen zu anderen Tageszeiten.**



WARNUNG

- Wenn die Taste **START/STOP** (oder **Start** auf dem Display) gedrückt wird, kann das Instrument verschiedene Fehlermeldungen ausgeben (siehe § 6.4.6) und infolgedessen den Test nicht durchführen. Prüfen und beseitigen Sie, wenn möglich, die Problemursachen, bevor Sie fortfahren.
- Die vorgenommenen Einstellungen an den Steuerungsparametern des Instruments können jederzeit auch während der Aufnahme geändert werden

16. Drücken Sie die Taste **START/STOP** (oder **Start** auf dem Display), um die Tests zu aktivieren. Wenn keine Fehlerbedingungen vorliegen, zeigt das Instrument das Symbol „⧖“ auf dem Display zusammen mit der Meldung „**Messung...**“ für einige Augenblicke an. Der Test kann je nach Leerlaufspannung und Modul-Parametern **bis zu 20 Sekunden** dauern. Wenn keine direkte Verbindung zu SOLAR03 besteht, zeigt das Instrument **nur die Messwerte @OPC ohne die Einstrahlungs- und Modultemperatur-Referenzen** (siehe Abb. 77) und das Endergebnis an.
Um das Endergebnis (@STC-Werte) der durchgeführten Tests zu erhalten, müssen Sie das Ende der Testsitzung, den Aufzeichnungsstopp und die **anschließende Synchronisierung** mit der SOLAR03-Fernstation abwarten.



Abb. 77: Ergebnis der I-V Kurvenmessung @OPC mit synchroner Aufzeichnung

17. Tippen Sie auf das Symbol , um die Messungen im internen Speicher zu speichern (siehe § 7.1), oder auf das Symbol , um den Vorgang ohne Speichern zu beenden

Schritt 3

18. **Trennen Sie am Ende der Testsitzung** die SOLAR03-Fernstation ab und legen Sie sie in die Nähe des Instruments zurück (siehe Abb. 70 oder Abb. 71 – rechte Seite dargestellt
19. Tippen Sie auf die Taste „**SOLAR03**“, um auf den Steuer- und Verwaltungsbereich der SOLAR03-Fernstation zuzugreifen (siehe § 6.2)
20. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Start/Stop**“, um die laufende Aufzeichnung zu **beenden**. Der folgende Bildschirm wird angezeigt



Abb. 78: Beendigung laufende Aufzeichnung auf Fernstation

21. Tippen Sie auf die Schaltfläche zum Bestätigen oder auf die Schaltfläche zum Verlassen, ohne fortzufahren.
22. Die Synchronisierung der anstehenden @OPC-Messungen, die Übersetzung der @STC-Werte und die anschließende Speicherung erfolgt **automatisch** durch das Instrument. Der Parameter „**N. Messungen zur Syncrhron.**“ muss nach Abschluss der Vorgänge den Wert „0“ annehmen
23. Tippen Sie auf das Symbol bei eventuellen Fehlern die Schaltfläche, um die Synchronisation wieder zu aktivieren
24. Greifen Sie auf den Speicherbereich zu (siehe § 7.2), um gespeicherte Messungen abzurufen

WARNUNG

Die @STC-Ergebnisse gelten als ermittelbar sofern gilt:

- Spannung **Voc** > **= 15V**
- Es wurde festgestellt, dass die **frontalen** Einstrahlungswerte (gilt auch für Bifazialen Module) **über** dem am Instrument eingestellten Mindestschwellenwert liegen (>100W/m^2) und **stabil** sind (Abweichung zwischen Beginn und Ende der Messkampagne **±20W/m^2**)
- Die gemessene Leerlaufspannung Voc **stimmt mit dem im Moduldatenblatt angegebenen** erwarteten Wert überein
- Modul-Temperaturwert im Bereich von **-40 °C bis 100 °C**
- Kurzschlussstromwert **Isc > = 0,2A**

25. Die Bedeutung der einzelnen Messwerte werden in § 6.6.5 erklärt

6.6.5. Messwerteerklärung

Generell wird das Ergebnis eines IVCK-Tests bei der Messung von Voc und Isc durch die folgenden Beziehungen bestimmt.

Messungen ohne Remote-Fernstation (keine Einstrahlung und Temperatur)

Mit den folgenden Parametern

VocAvg → Durchschnittswert der Leerlaufspannung (letzten 10 Messungen)
IscAvg → Durchschnittswert des Kurzschlussstroms (letzten 10 Messungen)
Voc (Tol+) = **Tol%(+)Voc * VocAvg** → Positiver Toleranzwert bei Voc
Voc (Tol-) = **Tol%(-)Voc * VocAvg** → Negativer Toleranzwert bei Voc
Isc (Tol+) = **Tol%(+)Isc * IscAvg** → Positiver Toleranzwert bei Isc
Isc (Tol-) = **Tol%(-)Isc * IscAvg** → Negativer Toleranzwert bei Isc

$\varepsilon_{Instrum}$Voc → Maximaler erklärter instrumenteller Fehler bei Voc (siehe § 10.1)

$\varepsilon_{Instrum}$Isc → Maximaler erklärter instrumenteller Fehler bei Isc (siehe § 10.1)

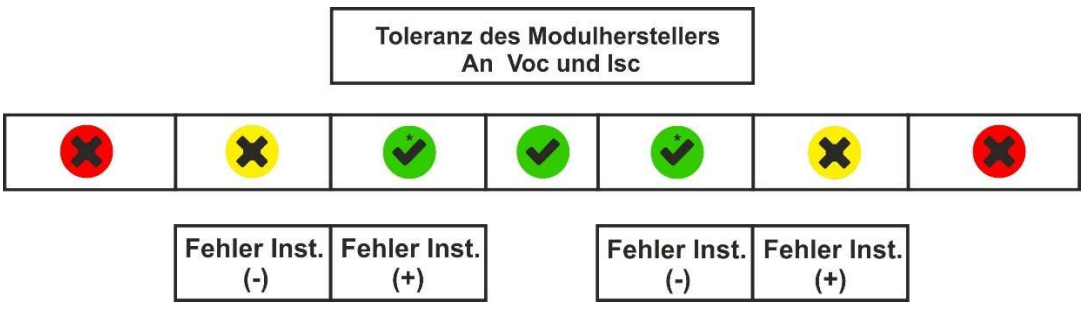
Die folgenden Kontrollparameter werden berechnet vom Instrument:

ε_{Mess}**Voc** = Voc (@OPC) – VocAvg → Fehler bei der Messung von Voc @ OPC

ε_{Mess}**Isc** = Isc (@OPC) – IscAvg → Fehler bei der Messung von Isc @ OPC

Die folgenden Parameterbedingungen für das Messergebnis werden vom Instrument verwaltet:

N	BEDINGUNG	ANTWORT
1	➢ - Voc (Tol-) + $\varepsilon_{Instrum}$Voc ≤ ε_{Mess}**Voc** ≤ Voc (Tol+) - $\varepsilon_{Instrum}$Voc ➢ - Isc (Tol-) + $\varepsilon_{Instrum}$Isc ≤ ε_{Mess}**Isc** ≤ Isc (Tol+) - $\varepsilon_{Instrum}$Isc	✔
2	➢ - Voc (Tol-) ≤ ε_{Mess}**Voc** ≤ Voc (Tol+) ➢ - Isc (Tol-) ≤ ε_{Mess}**Isc** ≤ Isc (Tol+)	✔*
3	➢ - Voc (Tol-) - $\varepsilon_{Instrum}$Voc ≤ ε_{Mess}**Voc** ≤ Voc (Tol+) + $\varepsilon_{Instrum}$Voc ➢ - Isc (Tol-) - $\varepsilon_{Instrum}$Isc ≤ ε_{Mess}**Isc** ≤ Isc (Tol+) + $\varepsilon_{Instrum}$Isc	✖
4	➢ Keine der Relationen (1), (2) oder (3) wurden bestätigt	✖



Messungen mit Remote-Fernstation (Einstrahlung und Temperatur)

Mit den folgenden Parametern:

VocNom → Nominellwert Leerlaufspannung Voc (vom Hersteller angegeben)
IscNom → Nominellwert Kurzschlussstrom Isc (vom Hersteller angegeben)
Voc (Tol+) = **Tol%(+)Voc * VocNom** → Positiver Toleranzwert bei Voc
Voc (Tol-) = **Tol%(-)Voc * VocNom** → Negativer Toleranzwert bei Voc
Isc (Tol+) = **Tol%(+)Isc * IscNom** → Positiver Toleranzwert bei Isc
Isc (Tol-) = **Tol%(-)Isc * IscNom** → Negativer Toleranzwert bei Isc

$\varepsilon_{Instrum}$Voc → Maximaler erklärter instrumenteller Fehler bei Voc @STC (siehe § 10.1)

$\varepsilon_{Instrum}$Isc → Maximaler erklärter instrumenteller Fehler bei Isc @STC (siehe § 10.1)

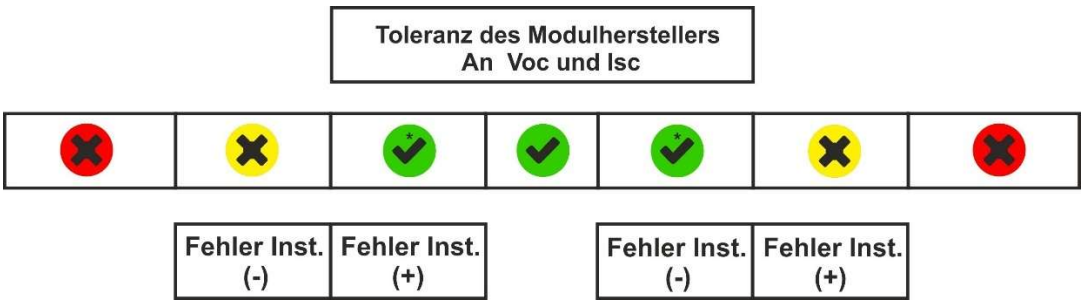
Die folgenden Kontrollparameter werden berechnet vom Instrument:

ε_{Mess}**Voc** = Voc (@STC) – VocNom → Fehler bei der Messung von Voc @ STC

ε_{Mess}**Isc** = Isc (@STC) – IscNom → Fehler bei der Messung von Isc @ STC

Die folgenden Parameterbedingungen für das Messergebnis werden vom Instrument verwaltet:

N	BEDINGUNG	ANTWORT
1	➢ - Voc (Tol-) + $\varepsilon_{Instrum}$Voc ≤ ε_{Mess}**Voc** ≤ Voc (Tol+) - $\varepsilon_{Instrum}$Voc ➢ - Isc (Tol-) + $\varepsilon_{Instrum}$Isc ≤ ε_{Mess}**Isc** ≤ Isc (Tol+) - $\varepsilon_{Instrum}$Isc	✓
2	➢ - Voc (Tol-) ≤ ε_{Mess}**Voc** ≤ Voc (Tol+) ➢ - Isc (Tol-) ≤ ε_{Mess}**Isc** ≤ Isc (Tol+)	✓*
3	➢ - Voc (Tol-) - $\varepsilon_{Instrum}$Voc ≤ ε_{Mess}**Voc** ≤ Voc (Tol+) + $\varepsilon_{Instrum}$Voc ➢ - Isc (Tol-) - $\varepsilon_{Instrum}$Isc ≤ ε_{Mess}**Isc** ≤ Isc (Tol+) + $\varepsilon_{Instrum}$Isc	✗
4	➢ Keine der Relationen (1), (2) oder (3) wurden bestätigt	✗



Anwendungsbeispiel (Messung mit Fernstation)

- Modulname: **LR5-54HIH-410M (Hersteller LONGI)**
- Modultyp: Monofazial
- Nominell Leerlaufspannung (@STC): 37.3V
- Nominell Nennkurzschlussstrom (@STC): 13.88A
- Voc Toleranz: ±5%
- Isc Toleranz: ±10%
- Frontale Bestrahlungsstärke Messungen: 577 W/m^2
- Modultemperatur (@STC): 25°C
- Leerlaufspannung Voc berechnet von Instrument (@STC): 37.1V
- Nennkurzschlussstrom berechnet von Instrument (@STC): 10.53A

Voc (Tol+) = Tol%(+)Voc * VocNom = 0.05 * 37.3V = 1.9V
Voc (Tol-) = Tol%(-)Voc * VocNom = 0.05 * 37.3V = 1.9V
Isc (Tol+) = Tol%(+)Isc * IscNom → = 0.1 * 13.88 = 1.39A
Isc (Tol+) = Tol%(-)Isc * IscNom → = 0.1 * 13.88 = 1.39A

$\varepsilon_{Instrum}$Voc = ±(37.1 * 0.04 + 0.2) = ±1.7V

$\varepsilon_{Instrum}$Isc = ±(10.53 * 0.04 + 0.02) = ±0.44A

ε_{Mess}**Voc** = Voc (@STC) - VocNom = 37.1 - 37.3 = - 0.2V

ε_{Mess}**Isc** = Isc (@STC) - IscNom = 10.53 - 13.88 = - 3.35A

Vergleichsbedingungen:

Voc Spannung → -1.9 + 1.7 ≤ - 0.2 ≤ 1.9 – 1.7 → Bedingung 1 überprüft → **Antwort** ✅
Isc Strom → -1.39 + 0.44 ≤ -3.35 ≤ 1.39 – 0.44 → Bedingung 1 NICHT überprüft
Isc Strom → -1.39 ≤ -3.35 ≤ 1.39 → Bedingung 2 NICHT überprüft
Isc Strom →-1.39 - 0.44 ≤ -3.35 ≤ 1.39 + 0.44 → Bedingung 3 NICHT überprüft
Isc Strom → Bedingung 4 überprüft → **Antwort** ❌

7. MEM – ERGEBNIS-SPEICHERUNG

Das Instrument ermöglicht die Speicherung von **max. 9999** Messergebnissen (I-U-Kurven oder IVCK-Tests). Die Testergebnisse können in einer Struktur organisiert und gruppiert werden, die der Struktur der getesteten Photovoltaikanlage ähnelt, indem **bis zu 3 verschiedene Marker-Ebenen** für jeden der verwendeten Speicherplätze zugeordnet werden, um den entsprechenden Ort der Messung anzugeben. Zum Beispiel kann ein Ort, der als „Anlage XX“, „String YY“, „Modul ZZ“ getestet wurde, in den Speicher eingegeben und mit der gerade durchgeführten Messung verknüpft werden.

7.1. SPEICHERUNG VON MESSWERTEN

1. Wenn die Messung auf dem Display verfügbar ist, tippen Sie auf das Symbol , um den Speichervorgang zu starten. **Im Falle einer ersten Speicherung (leerer Speicher) muss ein Marker der ersten Ebene definiert werden,** und auf dem Display wird folgender Bildschirm angezeigt.

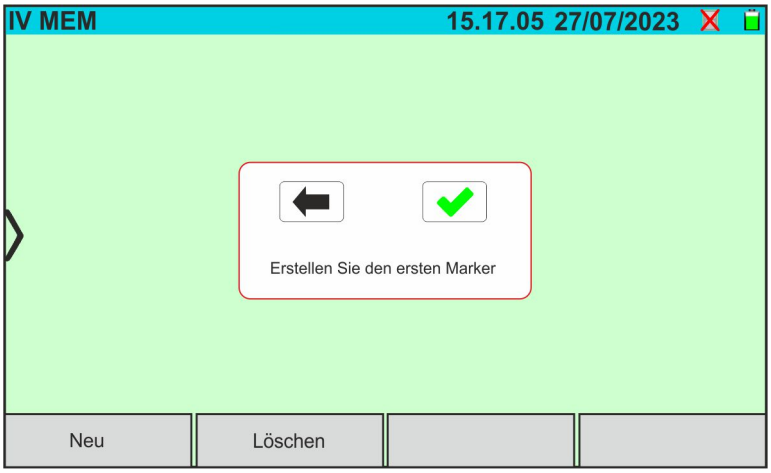


Abb. 79: Speicherung Messergebnis – Schritt 1

2. Tippen Sie zur Bestätigung auf die Schaltfläche . Der folgende Bildschirm wird auf dem Display angezeigt:



Abb. 80: Speicherung Messergebnis – Schritt 2

3. Das Instrument schlägt Ihnen eine Liste mit möglichen vordefinierten Markern vor, die Sie auswählen können. Verwenden Sie die virtuelle alphanumerische Tastatur, um eine neue Marker-Zeichenfolge zu definieren (z.B.: „WERK A“) (**max 250 Markern**) und drücken Sie zur Bestätigung die Taste ↵ (ENTER). Der festgelegte Name erscheint in der Markerliste **hellblau** hervorgehoben, wie in der folgenden Abbildung dargestellt

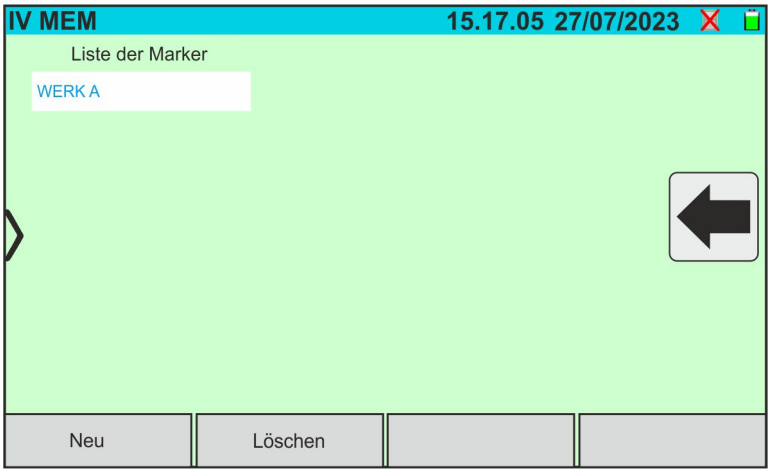


Abb. 81: Speicherung Messergebnis – Schritt 3

4. Wenn ein Marker der ersten Ebene hervorgehoben ist, tippen Sie auf die Schaltfläche „**Neu**“, um einen möglichen Namen für einen Marker der **zweiten Ebene** festzulegen. Der folgende Bildschirm wird angezeigt:



Abb. 82: Speicherung Messergebnis – Schritt 4

5. Verwenden Sie die virtuelle alphanumerische Tastatur, um den Marker der **zweiten** Ebene zu definieren (z.B.: „STRANG 1“) und drücken Sie zur Bestätigung die Taste ↵ (ENTER). Der festgelegte Name erscheint in der Markerliste **hellblau** hervorgehoben, wie in der folgenden Abbildung dargestellt:

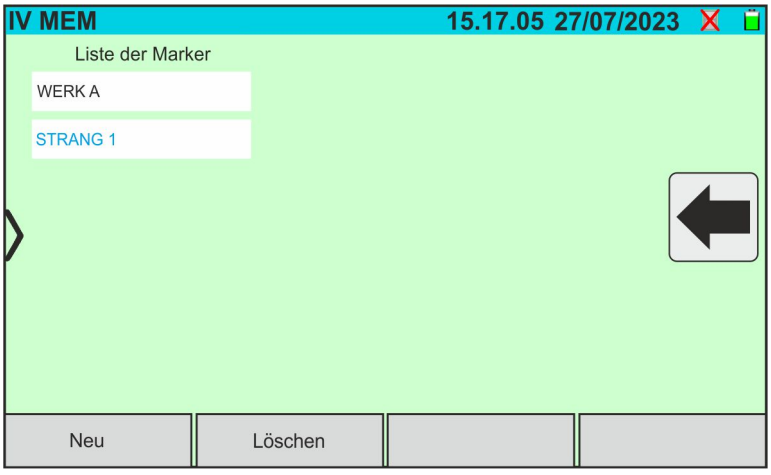


Abb. 83: Speicherung Messergebnis – Schritt 5

6. Tippen Sie bei hervorgehobenem Marker der zweiten Ebene auf die Schaltfläche „**Neu**“, um einen möglichen Namen für einen Marker der **dritten Ebene** festzulegen. Der folgende Bildschirm wird auf dem Display angezeigt:



Abb. 84: Speicherung Messergebnis – Schritt 6

7. Verwenden Sie die virtuelle alphanumerische Tastatur, um den Marker der **dritten** Ebene zu definieren (z.B.: „MODUL X“) und berühren Sie zur Bestätigung die Taste ↵ (ENTER). Der festgelegte Name erscheint in der Markerliste **hellblau** hervorgehoben, wie in der folgenden Abbildung dargestellt:

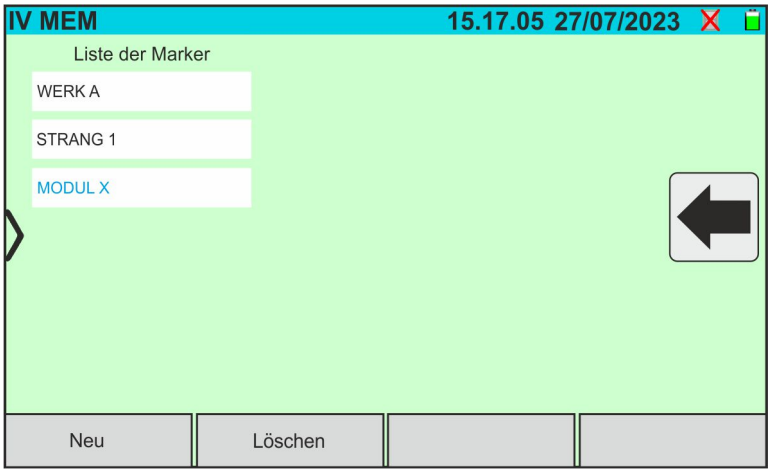


Abb. 85: Speicherung Messergebnis – Schritt 7

8. Tippen Sie auf das Symbol „⬅“, um den Abschnitt zu verlassen. Der folgende Bildschirm wird auf dem Display angezeigt

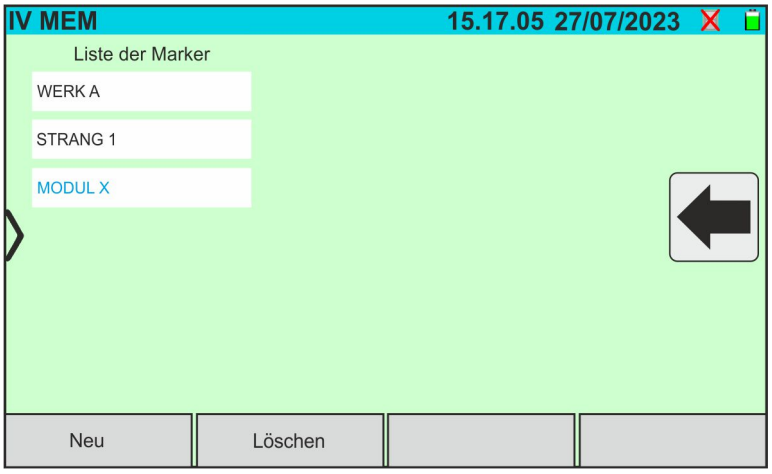


Abb. 86: Speicherung Messergebnis – Abschluss

9. Tippen Sie erneut auf das Symbol , um das **Speichern** der Messung unter dem hellblau hervorgehobenen Marker **abzuschließen** (z.B.: „MODUL X“ der dritten Ebene) und zum Hauptmessbildschirm zurückzukehren.

10. Wenn Sie einen neuen Marker der ersten Ebene definieren möchten, tippen Sie auf die Schaltfläche „**Neue erste Ebene**“, die im folgenden Bildschirm angezeigt wird:

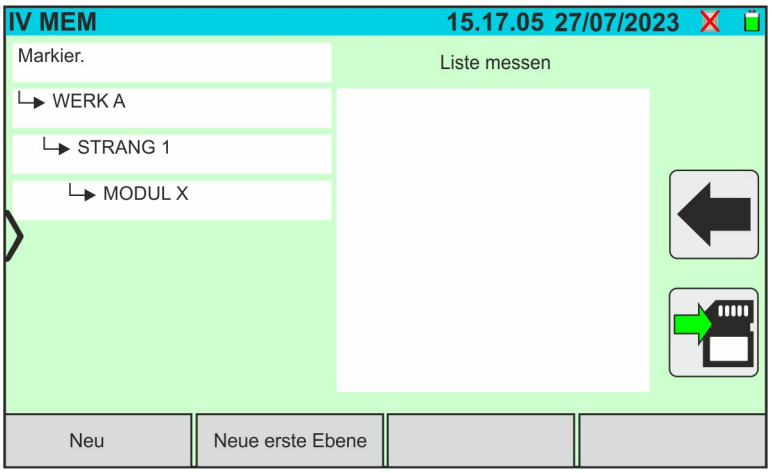


Abb. 87: Definition neuer Marker der ersten Ebene

11. Verwenden Sie die virtuelle Tastatur wie oben beschrieben.

WARNUNG

- Die maximale Anzahl der **ersten Marker Ebene**, die für jede Sprache definiert werden können, beträgt **250**
- Die maximale Anzahl von Messungen, die unter jeder Markierungsebene gespeichert werden können, beträgt **500**
- Die maximale Anzahl von Knoten im Messbaum (Summe aller Ebenen erster, zweiter und dritter Ordnung) beträgt **999**
- Die maximale Anzahl von Zeichenfolgen, die in die Liste der wiederverwendbaren Markierungen eingefügt werden können, beträgt **250**

7.2. ABRUF DER ERGEBNISSE AUF DEM DISPLAY

1. Tippen Sie im Hauptmenü auf das Symbol „**Speicher**“, um die Daten auf dem Display abzurufen. Auf dem Display wird ein Beispiel für den folgenden Bildschirm angezeigt.



Abb. 88: Abruf der Ergebnisse auf dem Display

2. Tippen Sie auf den gewünschten Marker auf der linken Seite des Bildschirms. Auf der rechten Seite werden die darunter gespeicherten Messungen zusätzlich zum betreffenden Speicherplatz angezeigt. Der Parameter „**Nr. Messungen**“ gibt die Gesamtzahl der im internen Speicher gespeicherten Messungen an (maximal 9999).
3. Folgende Anzeigen sind möglich:
   - ✔ → Ergebnis der I-U-Kurvenmessung oder des IVCK-Tests **korrekt** (Ergebnis OK)
   - ✖ → Ergebnis der I-U-Kurvenmessung oder des IVCK-Tests **inkorrekt** (Ergebnis NO OK)
   - ✔ → Ergebnis der I-U-Kurvenmessung oder des IVCK-Tests **korrekt ohne instrumentellen Fehler**
   - ✖ → Ergebnis der I-U-Messung oder des IVCK-Tests **inkorrekt ohne instrumentellen Fehler**
   - ○ → Ergebnis Messung I-U-Kurve oder IVCK **ohne @STC-Werte** (nur @OPC-Werte)
4. Wählen Sie eine Messung aus, indem Sie sie hellblau markieren, und tippen Sie auf die Schaltfläche „**Siehe Messung**“, um sie auf dem Display aufzurufen. Im Fall von Abb. 88 wird der folgende Bildschirm in Bezug auf die I-U-Kurvenmessung angezeigt:

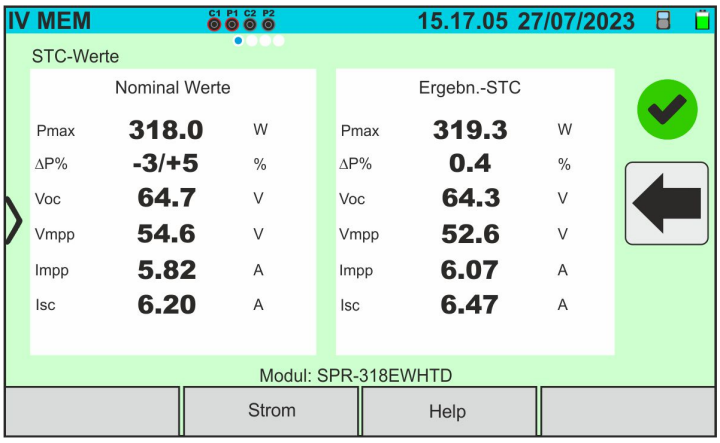


Abb. 89: Abruf der I-U-Kurven-Messergebnisse – @STC-Werte

5. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Strom**“, um die I-U @STC-Kurve anzuzeigen. Der folgende Bildschirm wird angezeigt:

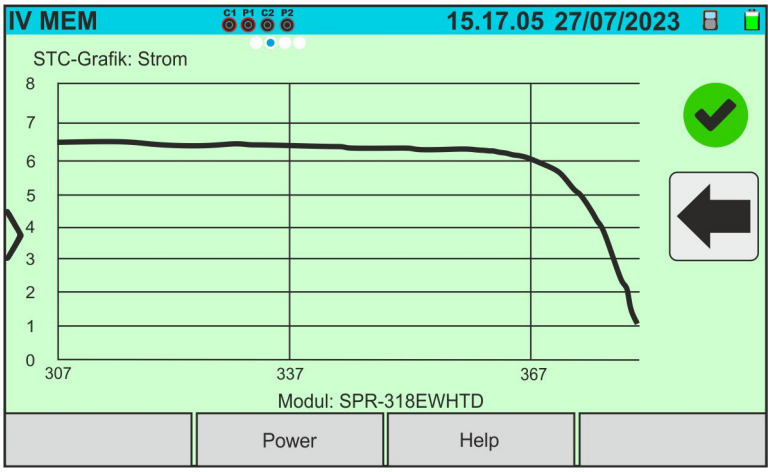


Abb. 90: Abruf der I-U-Kurven-Messergebnisse – @STC-Stromkurve

6. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Power**“, um die I-U @STC-Leistungskurve anzuzeigen, wie in der folgenden Abbildung dargestellt:

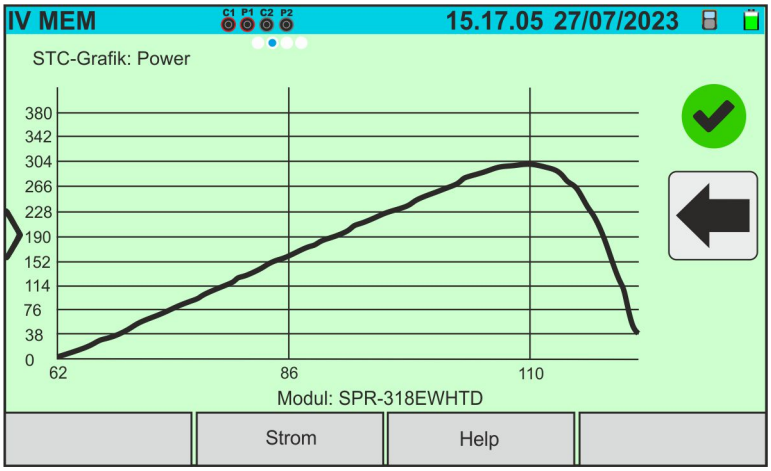


Abb. 91: Abruf der I-U-Kurven-Messergebnisse – @STC-Leistungskurve

7. Scrollen Sie den Bildschirm nach rechts, um die @OPC-Werte anzuzeigen. Der folgende Bildschirm wird angezeigt:

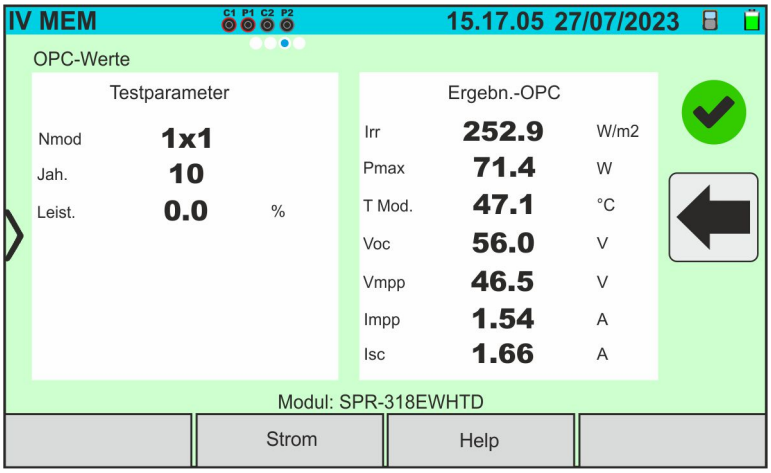


Abb. 92: Abruf der I-U-Kurven-Messergebnisse – @OTC-Werte

8. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Strom**“, um die I-U @OPC-Kurve anzuzeigen. Der folgende Bildschirm wird angezeigt:

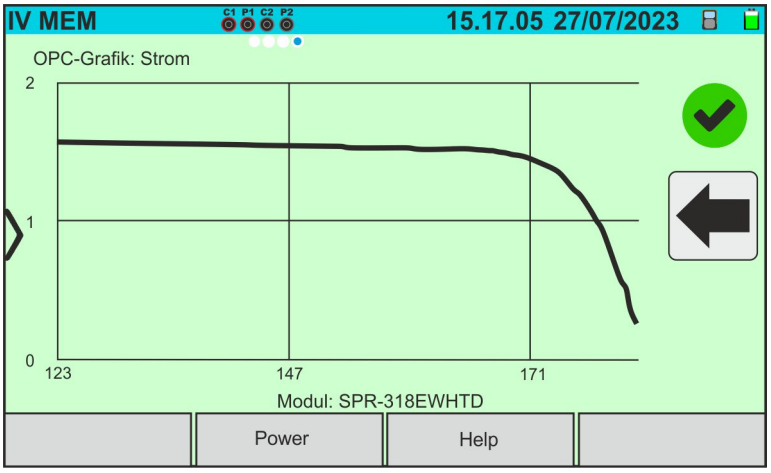


Abb. 93: Abruf der I-U-Kurven-Messergebnisse – @OPC-Stromkurve

9. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Power**“, um die @OPC-Leistungskurve anzuzeigen. Der folgende Bildschirm wird angezeigt:

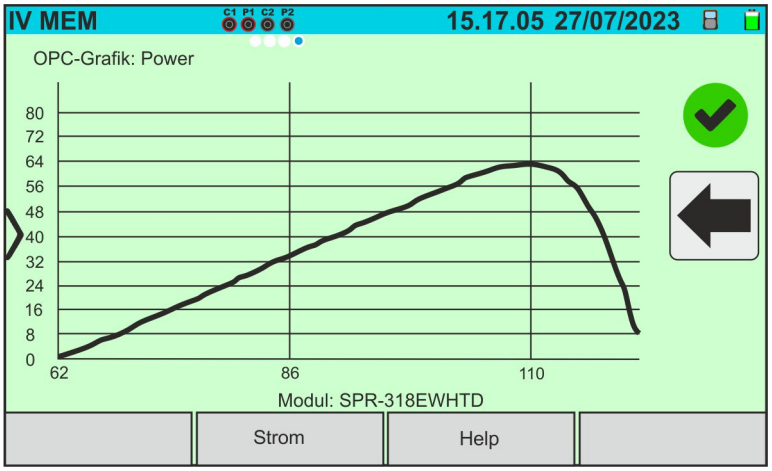


Abb. 94: Abruf der I-U-Kurven-Messergebnisse – @OPC-Leistungskurve

10. Tippen Sie auf das Symbol „  “, um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.
11. Wenn Sie die IVCK-Testergebnisse abrufen, wird der folgende Bildschirm angezeigt:

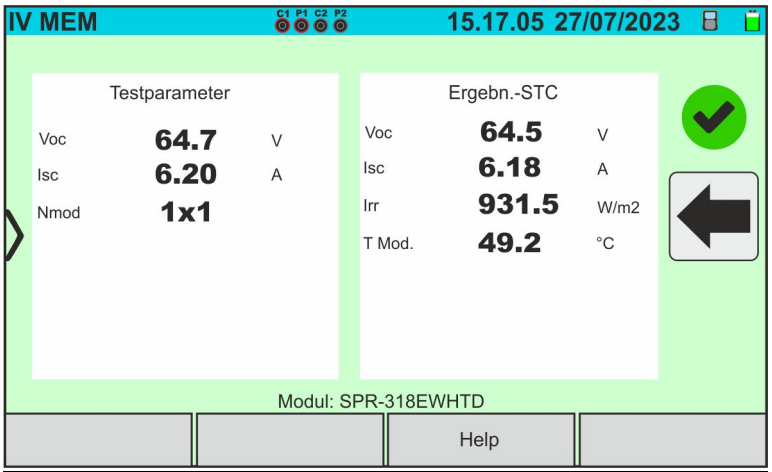


Abb. 95: Abruf der Testergebnisse IVCK @STC

7.3. LÖSCHEN DER ERGEBNISSE

1. Tippen Sie im Hauptmenü auf das Symbol „**Speich.**“, um die Daten auf dem Display aufzurufen (siehe Abb. 88).
2. Wählen Sie einen Test auf dem Bildschirm aus (hellblau markiert) und tippen Sie auf die Schaltfläche „**Löschen**“. Folgende Meldung wird auf dem Display angezeigt:

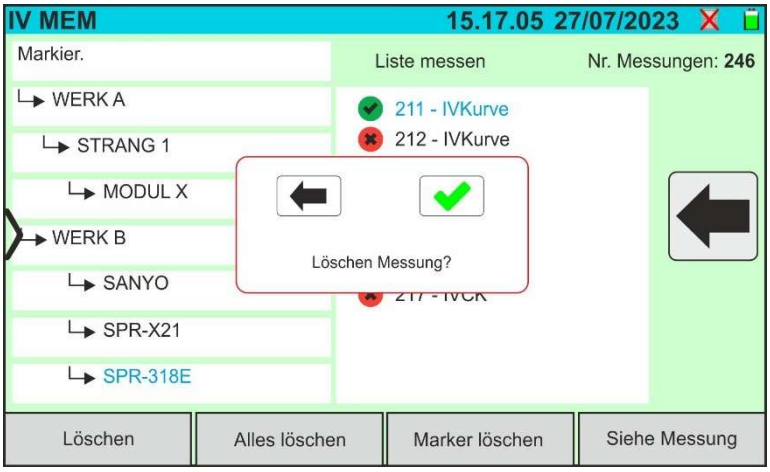


Abb. 96: Löschen eines Messergebnisses

3. Tippen Sie auf die Schaltfläche , um das Löschen der Messung zu bestätigen, oder auf die Schaltfläche , um den Vorgang zu beenden, ohne fortzufahren.
4. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Alles löschen**“, um alle Messungen im Speicher zu löschen. Folgende Meldung wird auf dem Display angezeigt:

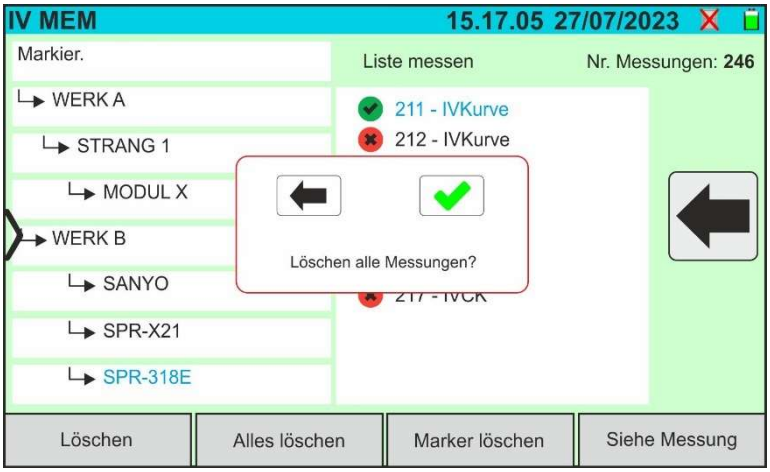


Abb. 97: Löschung des gesamten internen Speichers

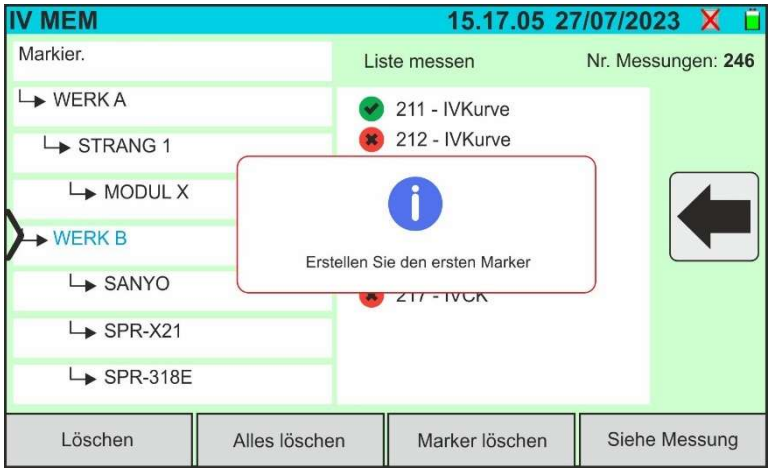
5. Tippen Sie auf die Schaltfläche , um das Löschen des gesamten internen Speichers zu bestätigen, oder auf die Schaltfläche , um den Vorgang zu beenden, ohne fortzufahren.
6. Wählen Sie einen auf dem Bildschirm vorhandenen Marker aus (markieren Sie ihn hellblau) und berühren Sie die Schaltfläche „**Marker löschen**“. Folgende Meldung wird auf dem Display angezeigt



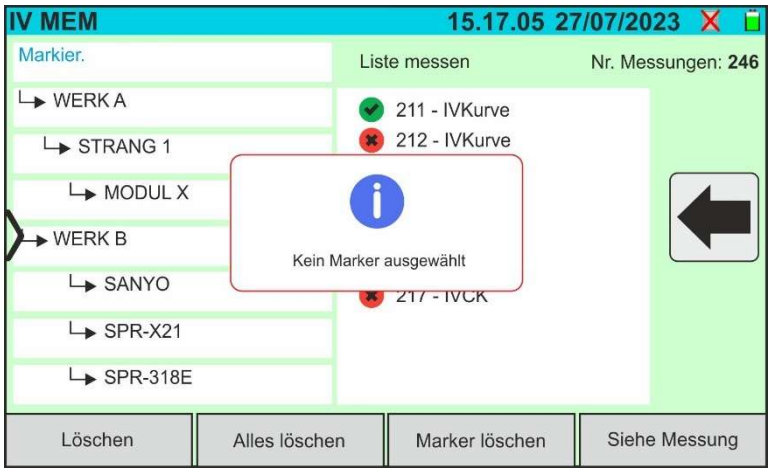
Abb. 98: Löschen eines internen Markers

7. Tippen Sie auf die Schaltfläche , um das Löschen des Markers **zusammen mit den darin enthaltenen Messungen** zu bestätigen, oder auf die Schaltfläche , um den Vorgang zu beenden.

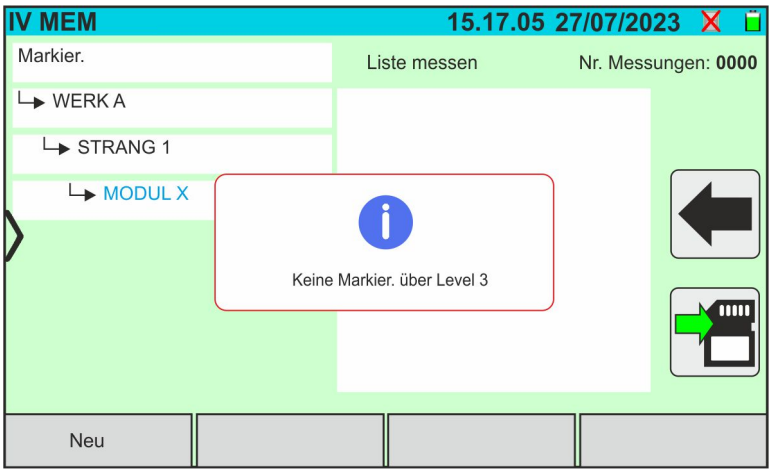
7.3.1. Anomalien



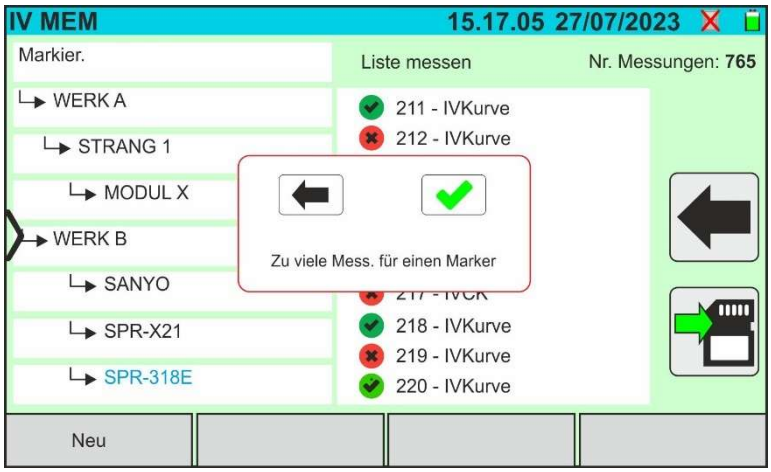
Wenn ein hervorgehobener Marker der ersten Ebene entfernt werden soll, führt das Instrument den Vorgang nicht aus und zeigt die in der nebenstehenden Abbildung dargestellte Meldung an. Entfernen Sie zuerst **alle untergeordneten Marker**.



Wenn das Wort „**Marker**“ hervorgehoben ist und Sie versuchen, einen Marker zu löschen, zeigt das Instrument die in der nebenstehenden Abbildung gezeigte Meldung an und führt den Vorgang nicht aus. **Wählen Sie einen gültigen Marker aus**



Wenn Sie den Marker der dritten Ebene ausgewählt haben und auf die Schaltfläche „**Neu**“ tippen, zeigt das Instrument die in der nebenstehenden Abbildung gezeigten Informationen an und führt den Vorgang nicht aus. **Es ist nicht möglich, Marker jenseits der dritten Ebene zu definieren**



Wenn Sie beim Speichern versuchen, eine Messung mit einer Markierung zu verknüpfen, in der die maximale Anzahl möglicher Messungen vorhanden ist (**maximal 500**), zeigt das Instrument die in der nebenstehenden Abbildung gezeigte Meldung an und führt den Vorgang nicht aus. **Laden Sie die Messungen auf den PC herunter und löschen Sie sie, bevor Sie sie erneut speichern.**

8. ANSCHLIEßEN DES INSTRUMENTS AN EINEN PC

Die Verbindung zwischen PC und Instrument erfolgt über den USB-C-Anschluss (siehe Abb. 2) mit dem mitgelieferten C2010-Kabel oder über eine WiFi-Verbindung. Die Wahl der Verbindungsart muss in der Management-Software HTAgorà getroffen werden.

WARNUNG

Um Daten auf einen PC zu übertragen, müssen Sie zuvor die zugehörige Management-Software HTAgorà installiert haben. Diese ist herunterladbar von der Website **www.ht-instruments.de**

Verbindung über USB-C-Kabel

1. Schalten Sie das Instrument durch Drücken der Taste **ON/OFF** ein.
2. Verbinden Sie das Instrument mit dem PC über das mitgelieferte USB-C-Kabel **C2010**.
3. Verwenden Sie die Befehle der Management-Software HTAgorà, um die Datenübertragung zu aktivieren

Anschluss durch WiFi

1. Schalten Sie das Instrument durch Drücken der Taste **ON/OFF** ein.
2. Tippen Sie im Hauptmenü auf das Symbol „**Einstellung**“ und ziehen Sie das Rädchen für die Funktion „**WiFi**“ auf die Position „**ON**“, wie im folgenden Bildschirm gezeigt.



Abb. 99: Aktivierung der WiFi-Verbindung

3. Tippen Sie auf das Symbol , um die Einstellung zu speichern. Das Symbol „“ wird in der oberen rechten Ecke des Displays angezeigt.
4. Aktivieren Sie die WiFi Verbindung auf dem PC (z.B. mit Hilfe eines in einem USB-Anschluss eingeführten WiFi Surf Sticks). Wählen Sie und schließen Sie das WiFi-Netzwerk zur Verfügung gestellt durch das MessInstrument in der "Netzwerkverbindung → Drahtlose Netzwerke" Abschnitt " auf dem PC
5. Verwenden Sie die Befehle der Management-Software HTAgorà, um die Datenübertragung zu aktivieren

9. WARTUNG

9.1. ALLGEMEINES

Beachten Sie bei der Verwendung und Lagerung die in dieser Anleitung aufgeführten Empfehlungen, um mögliche Schäden oder Gefahren für den Bediener zu vermeiden. Verwenden Sie das Instrument nicht in Umgebungen mit hoher Luftfeuchtigkeit oder hohen Temperaturen außerhalb der in § 10.3 genannten Umgebungsbedingungen. Setzen Sie es nicht dem direkten Sonnenlicht aus. Schalten Sie das Instrument nach dem Gebrauch immer aus. **Wenn Sie das Instrument über einen längeren Zeitraum nicht verwenden wollen, nehmen Sie die Batterien heraus, um das Auslaufen von Flüssigkeiten zu verhindern, die die internen Schaltkreise beschädigen könnten.**

9.2. AUSWECHSELN ODER AUFLADEN DER INTERNEN BATTERIEN

Wenn das Symbol für schwache Batterien „“ auf dem Display erscheint, ersetzen Sie die Batterien (bei Verwendung von Alkali-Batterien) oder laden Sie sie auf (bei Verwendung von NiMH-Akkus).

WARNUNG

- Nur qualifizierte Techniker dürfen diesen Vorgang durchführen. Vergewissern Sie sich vorher, dass alle Kabel von den Eingangsanschlüssen entfernt wurden.
- **Verwenden Sie zum Aufladen der Batterien nur das mitgelieferte HT-Netzteil**, um mögliche Schäden am Instrument zu vermeiden
- Ersetzen Sie leere Batterien innerhalb **von maximal 10 Minuten**. Andernfalls kann es sein, dass das Instrument das interne Datum/Uhrzeit verliert und neu eingestellt werden muss.

Auswechseln der internen Batterien

1. Das Instrument ausschalten
2. Ziehen Sie die Anschlusskabel aus den Eingangsbuchsen.
3. Lösen Sie die Schraube, mit der der Batteriefachdeckel befestigt ist (siehe Abb. 1 – Teil 6) und entfernen Sie ihn.
4. Nehmen Sie alle Alkali-Batterien heraus und ersetzen Sie sie durch andere des gleichen Typs (siehe § 10.2), wobei Sie die angegebenen Polaritäten beachten müssen (siehe Abb. 3).
5. Bringen Sie den Batteriefachdeckel wieder an und befestigen Sie ihn mit der entsprechenden Schraube.
6. Entsorgen Sie verbrauchte Batterien nicht in der Umwelt. Verwenden Sie für die Entsorgung die entsprechenden Behälter

Aufladen der internen Batterien

Eine vollständige Aufladung der Akkus muss immer über das mitgelieferte externe Netzteil erfolgen. Das externe Netzteil lädt die Batterien **sowohl bei ein- als auch ausgeschaltetem Instrument auf. Laden Sie Alkalibatterien nicht auf**.

1. Ziehen Sie die Anschlusskabel aus den Eingangsbuchsen.
2. Schieben Sie den Schieber für die Eingänge nach rechts (siehe Abb. 1 – Teil 9), sodass der Eingang „**Ext P.Supply**“ verfügbar ist.
3. Schalten Sie das Instrument ein.
4. Schließen Sie das externe Netzteil an das Instrument an und verbinden Sie es mit dem Stromnetz. Das Symbol „“ befindet sich im oberen rechten Teil des Displays, um den laufenden Ladevorgang der internen Batterien anzuzeigen.
5. Fahren Sie mit dem Laden fort, bis das Symbol „“ erscheint, wenn Sie das externe Netzteil entfernen

9.3. REINIGUNG DES INSTRUMENTS

Verwenden Sie ein weiches, trockenes Tuch, um das Instrument zu reinigen. Verwenden Sie niemals nasse Tücher, Lösungsmittel, Wasser usw.

10. TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN

10.1. TECHNISCHE MERKMALE

Unsicherheit angegeben als ±[%Ablesung + (Anzahl Ziffern* Auflösung)] bei 23 °C ± 5 °C, <80%RH

MULTIMETER-FUNKTION

DMM – DC-Spannung

Bereich [V]	Auflösung [V]	Genauigkeit
3 ÷ 1500	1	±(1,0%Ablesung + 2 Ziffern)

I-U-KURVENMESSUNGEN UND IVCK-TESTS

I-U, IVCK: Spannung DC (@ OPC)

Bereich [V]	Auflösung [V]	Genauigkeit (*)
15,0 ÷ 1500,0	0.1	±(0,2%Voc)

(*) Gemäß IEC/EN60904-1; die Messungen beginnen bei VDC > 15V und Modulkapazität <30µF

I-U, IVCK: Strom DC (@ OPC)

Bereich [A]	Auflösung [A]	Genauigkeit (*)
0,20 ÷ 40,00	0.01	±(0,2%Isc)

(*) Gemäß IEC/EN60904-1; Iscmin = 0,2A und Modulkapazität <30µF

I-V: DC-Leistung (@ OPC) (VDC > 30V)

Bereich [W]	Auflösung [W]	Genauigkeit
50 ÷ 9999	1	±(1,0%Ablesung + 6 Ziffern)
10,00k ÷ 59,99k	0,01k	

VDC-Spannung ≥ 30V und Modulkapazität <30µF

I-U, IVCK: Spannung DC (@ STC)

Bereich [V]	Auflösung [V]	Genauigkeit
3,0 ÷ 1500,0	0.1	±(4,0%Ablesung + 2 Ziffern)

I-U, IVCK: Strom DC (@ STC)

Bereich [A]	Auflösung [A]	Genauigkeit
0,20 ÷ 40,00	0.01	±(4,0%Ablesung + 2 Ziffern)

I-V: DC-Leistung @ STC (bezogen auf 1 Modul)

Bereich [W]	Auflösung [W]	Genauigkeit
50 ÷ 9999	1	±(4,0%Ablesung + 2 Ziffern)

Modul-Kapazität <30µF

WARNUNG

Das Instrument führt I-V-Kurvenmessungen und IVCK-Tests auch **an PV-Modulen mit einem Wirkungsgrad von >19% durch**

10.2. ALLGEMEINE EIGENSCHAFTEN

Referenznormen

Instrumentensicherheit:	IEC/EN61010-1, IEC/EN61010-2-030
EMC:	IEC/EN61326-1
Technische Literatur:	IEC/EN61187
Sicherheit des Messzubehörs:	IEC/EN61010-031
Messungen:	IEC/EN60891, IEC/EN60904-1-2 (I-U-Kurven) IEC/EN62446, IEC/EN60904-1-2 (IVCK-Test)
PV-Modultemperatur (Auto) :	IEC/EN60904-5
EMC-Nutzungsumgebung:	tragbar, Klasse A, Gruppe 1
Isolierung:	Doppelte Isolierung
Verschmutzungsgrad:	2
Messkategorie:	CAT III 1500VDC

Radio

Einhaltung von Richtlinien:	ETSI EN300328, ETSIEN301489-1, ETSIEN301489-17

Messmöglichkeiten 6,5MWh/Stunde (@Voc=1500 V, Isc=40 A – 108 Tests/Stunde) keine Kühlung erforderlich, unabhängig von der Umgebungstemperatur

Display, Speicher und PC-Schnittstelle

Display-Typ	TFT-Farbbildschirm, Touchscreen, 7", 800x480pxl
Speicher-Typ:	Speicherkarte, max. 32GB (nicht erweiterbar)
Moduldatenbank:	ca. 63.000 Module speicherbar
Speicherdaten:	9999 IVCK-Tests oder I-U-Kurven
PC-Schnittstelle:	USB-C und WiFi
Schnittstelle mit SOLAR03:	Bluetooth Verbindung (bis zu 50m im freien Raum)

Stromversorgung

Interne Stromversorgung:	8x1,5V Alkali-Batterien Typ AA LR06 oder 8x1,2V wiederaufladbare NiMH-Akkus Typ AA
Externe Stromversorgung:	externes Netzteil 100-415VAC/15VDC, 50/60Hz CAT IV 300V (**nur HT-Netzteil verwenden**)
Verbrauch:	8W
Anzeige für schwache Batterie:	Symbol „“ auf dem Display
Ladezeit:	ca. 4 Stunden
Batterienutzungszeit (@0°C÷ 40°C):	8 Stunden unter den folgenden Bedingungen: ➢ Batteriekapazität: 2000mAh ➢ PV-String-Spannung: 800V ➢ Arbeitszyklen: 80 Messungen / Stunde ➢ Instrument angeschlossen an Module für 30s/Messung ➢ Instrument abgetrennt für 15s/Messung
Selbstabschaltung:	1 ÷ 10min wählbar (deaktivierbar)

Mechanische Eigenschaften

Abmessungen (L x B x H)	336 x 300 x 132mm
Gewicht (einschließlich Batterien):	5.5 kg
Mechanischer Schutz:	IP40 (Koffer offen), IP67 (Koffer geschlossen)

10.3. KLIMABEDINGUNGEN FÜR DEN GEBRAUCH

Referenztemperatur:	23°C ± 5°C
Betriebstemperatur:	-10°C ÷ 50°C
Zul. relative Luftfeuchte:	<80%RH
Konservierungstemperatur:	-20°C ÷ 60°C
Lagerfeuchtigkeit:	<80%RH
Maximaler Höhenbereich:	2000m

Dieses Instrument entspricht den Vorgaben der Europäischen Richtlinie für NiederspannungsInstrumente 2014/35/EU (LVD), Richtlinie 2014/30/EU (EMC) und der Richtlinie RED 2014/53/EU.
Dieses Produkt ist konform im Sinne der Richtlinie 2011/65/EU (RoHS) und der Richtlinie 2012/19/EU (WEEE)

10.4. ZUBEHÖR

Siehe die beiliegende Liste der Zubehörteile.



WARNUNG

Die Einhaltung der Sicherheitsstandards ist nur durch das mit dem Instrument mitgelieferten Zubehör gewährleistet. Es muss in gutem Zustand sein und gegebenenfalls durch identische Modelle ersetzt werden.

11. ANHANG

11.1. MESSUNG DER I-U-KENNLINIE

Das Instrument wurde entwickelt, um Tests und Messungen an **PV-Modulen** durchzuführen, die aus einer geeigneten Anzahl von **PV-Zellen** bestehen, um deren I-U-Kennlinie (Strom-Spannung) zu ermitteln, die sie konstruktiv identifizieren, basierend auf der Referenznorm IEC/EN60891.

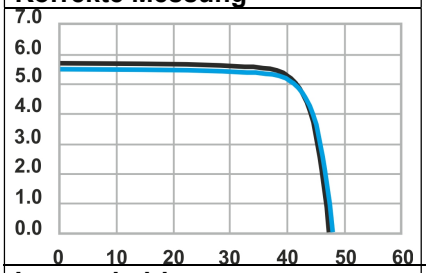
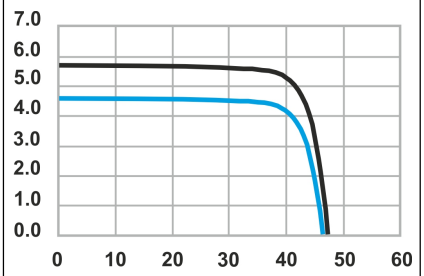
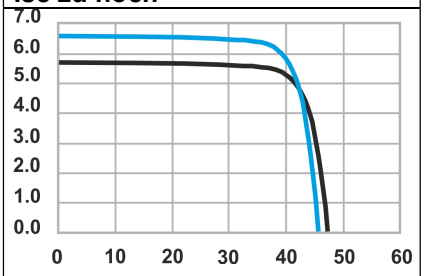
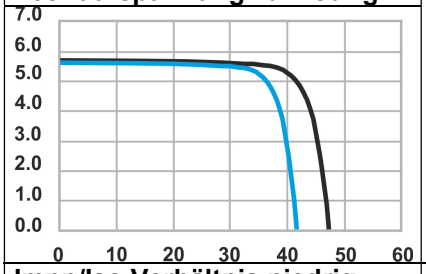
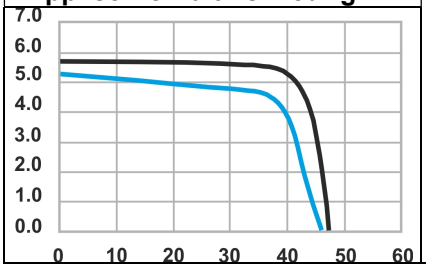
Die Tests können entweder an einzelnen Modulen oder an einem **PV-String** (einer Gruppe von PV-Modulen) durchgeführt werden, der in seiner Gesamtheit einen so genannten „PV-Generator“ darstellt, der feste Bestandteil einer ein- oder dreiphasigen PV-Anlage ist.

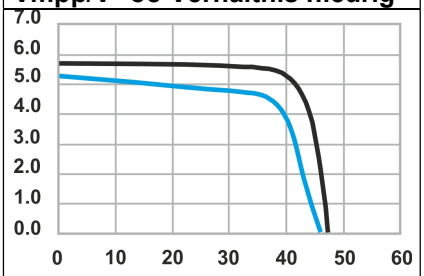
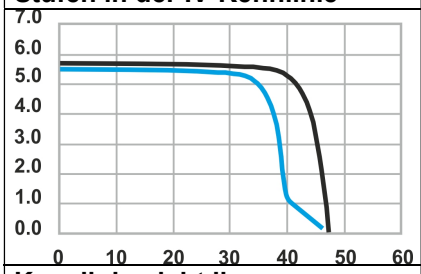
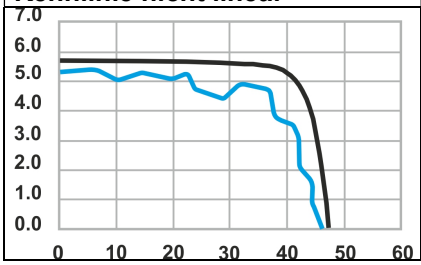
11.1.1. Theoretische Aspekte zur Messung der I-U-Kennlinie

Theoretisch läuft der Test der I-U-Kennlinie wie folgt ab:

- Das Instrument führt die Messung der I-U-Kennlinie des angeschlossenen Moduls durch, zusätzlich zur Messung der Einstrahlung und der Modultemperatur.
- Das Messergebnis wird automatisch auf die Standardtestbedingungen STC (**S**tandard **T**est **C**ondition) von **1000W/m²** Einstrahlung und **25 °C** Modultemperatur „hochgerechnet“. Um genaue Ergebnisse in Übereinstimmung mit diesem Handbuch zu erhalten, wird empfohlen, die Spezifikationen in § 10.1 zu befolgen.
- Es wird eine Überprüfung zwischen der maximalen Nennleistung mit der vom Modulhersteller angegebenen prozentualen Toleranzspanne, die im zuvor auf dem Instrument ausgewählten Modultyp eingegeben wurde (siehe § 6.3.1), und dem gemessenen Wert durchgeführt.
- Liegt die Prüfung innerhalb der angegebenen Toleranzspanne, lautet das Prüfergebnis „OK“, andernfalls „NO OK“, was zur Folge hat, dass das PV-Modul die vom Hersteller angegebenen Anforderungen nicht erfüllt (siehe § 6.4.5).

11.2. TYPISCHE I-U-KURVEN-MESSFEHLER UND MÖGLICHE LÖSUNGEN

Messungen	Ereignis	Lösung
Korrekte Messung 	• Die auf STC-Bedingungen extrapolierte Messkurve (blau) ist deckungsgleich mit der Idealkurve des Herstellers (schwarz).	• Kein Fehler, speichern Sie die Daten und führen Sie die Tests mit dem nächsten String durch.
Isc zu niedrig 	• Einstrahlungssensor nicht korrekt ausgerichtet bzw. falsch eingestellt • Verschattungen auf dem Einstrahlungssensor • Falsche Modulauswahl in der Konfiguration • Umgebungsbedingte Verschmutzung auf dem Modul (Schmutz, Schnee, Schutt) • Hindernisse in mittlerer Entfernung (Schattenwurf) • Alterung	• Einstrahlungssensor auf Modulebene platzieren • Modulauswahl in der Konfiguration überprüfen • Module reinigen • Verschattung entfernen • Prüfen Sie die Module auf Schattenwurf, Feuchtigkeit usw. • Beschädigte Module austauschen
Isc zu hoch 	• Einstrahlungssensor nicht korrekt ausgerichtet bzw. falsch eingestellt • Verschattungen auf dem Einstrahlungssensor • Einstrahlungssensor verschmutzt • Falsche Modulauswahl in der Konfiguration • Einstrahlungssensor beschädigt	• Einstrahlungssensor auf Modulebene platzieren • Einstrahlungssensor reinigen • Verschattung entfernen • Prüfen Sie die Module auf Schattenwurf, Feuchtigkeit usw. • Überprüfen Sie die Einstellungen am Instrument • Beschädigten Einstrahlungssensor austauschen
Leerlaufspannung zu niedrig 	• Temperaturmessung niedrig • Falsche Auswahl der Anzahl der Module in der PV-Systemkonfiguration • Kurzgeschlossene Bypass-Dioden	• Schließen Sie das Thermoelement korrekt an den entsprechenden Modulplatz an • AUTO-Modus auswählen • Modulauswahl in der Konfiguration überprüfen • Beschädigte Module austauschen
Impp/Isc-Verhältnis niedrig 	• Schmutz auf den Modulen • Schatten-Probleme • Falsche Stromanpassung • Beschädigung des Shunt-Widerstands der Zelle	• Module reinigen • Beseitigung von Schatten auf den Modulen • Strom-Übereinstimmung prüfen • Beschädigte Module austauschen

Vmpp/V--oc-Verhältnis niedrig 	• Spannungfall auf den String-Kabeln der PV-Module	• Überprüfen Sie Kabel, Stecker, Kontakte und Stringverbindungen • Überprüfen Sie die Länge und den Querschnitt der Anschlusskabel • Prüfen Sie die Module auf falsche Anschlüsse oder Oxidation • Beschädigte Module austauschen
Stufen in der IV-Kennlinie 	• Kleine oder teilweise Verschattung der Module • Reflexionen • Modul teilweise verschmutzt bzw. teilweise • Risse in den Zellen oder im Glas • Hotspots	• Verschattung entfernen • Test wiederholen wenn Verschattung entfernt wurde • Reflektionen entfernen • Module reinigen • Strom-Übereinstimmung prüfen • Beschädigte Module austauschen
Kennlinie nicht linear 	• Keine konstante Einstrahlung während des Messvorganges • Wolken verschatten die Module ungleichmäßig • Einstrahlung während der Messung zu gering	• Test wiederholen, wenn die Wolken verschwunden sind • Messung bei einer Mindesteinstrahlung von 700W/m^2 (IEC/EN60891) wiederholen

11.3. BERECHNUNG PROZENTUALEN JÄHRLICHEN LEISTUNGSABFALL

In den technischen Datenblättern der PV-Module geben die Hersteller Auskunft über den prozentualen **jährlichen Leistungsabfall** über eine bestimmte Anzahl an **Betriebsjahren**. Diese Angaben werden normalerweise mit einer linearen Funktion wie in
Abb. 23 dargestellt oder nur als Textbeschreibung angezeigt, die korrekt interpretiert werden muss, um die oben genannte Situation im Instrument zu definieren.

Basierend auf diesen Informationen berücksichtigt das Instrument bei entsprechender Programmierung der internen Parameter **Leist.@Jah1**, **Leist.@Jah2**, **Jah.@Leist.1**, **Jah.@Leist.2** im DB-Abschnitt (siehe § 6.3) den Abklingeffekt bei der Auswertung des Endergebnisses der I-V-Kurvenmessung, wie in § 6.4.5 angegeben

WARNUNG

Achten Sie besonders auf die Programmierung der Parameter **Leist.@Jah1**, **Leist.@Jah2**, **Jah.@Leist.1** und **Jah.@Leist.2**, **um mögliche falsche negative Ergebnisse in den Ergebnissen** der I-V-Kurvenmessungen zu vermeiden

Im Allgemeinen wird der Leistungsabfall in % wird vom Instrument auf der Grundlage der folgenden Beziehung berechnet

$$Leistung\% = \frac{Leist.@Jah1 - Leist.@Jah2}{Jah.@Leist.2 - Jah.@Leist.1} \qquad [1]$$

Die Beziehung [1] wird anhand der im technischen Datenblatt des PV-Moduls enthaltenen Merkmale ermittelt. Nachfolgend finden Sie einige Beispiele zur Ideenfindung.

Beispiel 1 → Parameter ermittelt mit Textbeschreibung im technischen Datenblatt

Das Datenblatt eines Herstellers lautet wie folgt:

*(…) Mit der linearen Ertragsgarantie garantiert XXXXXXXX eine maximale progressive Ertragsreduzierung von **0,7 % pro Jahr** für **25 Jahre**, ein klarer Mehrwert im Vergleich zur branchenüblichen Skalar Garantie (…)*

In dieser Situation sind die verfügbaren Daten:

- Leistung% Jahr = 0.7%
- Leist.@Jah1 = 100% – 0.7% = **99.3%** → Modulleistung nach 1 Jahr Betriebszeit
- Jah.@Leist.1 = 1
- Leist.@Jah2 = **82.5%** → Modulleistung nach 25 Betriebsjahren erhältlich bei Umkehrformel von [1]
- Jah.@Leist.2 = 25

Mit den aus dem Text erhältlichen Daten liefert die Beziehung [1] **Leistung% = 0.7 %**, was der vom Instrument berechnete und berücksichtigte Wert ist

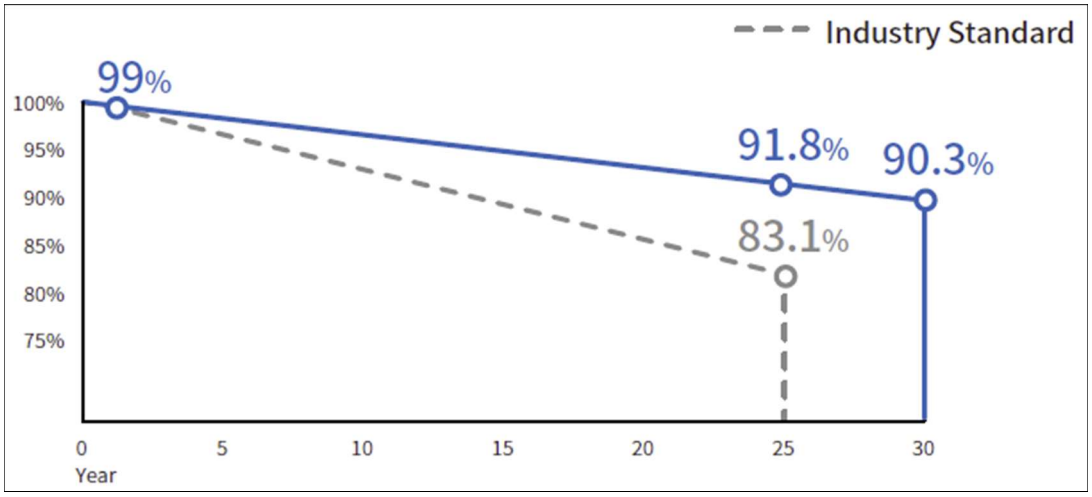
Abschluss → Die einzustellenden Parameter auf dem Instrument sind die folgenden:

Leist.@Jah1 = 99.3%
Jah.@Leist.1 = 1
Leist.@Jah2 = 82.5%
Jah.@Leist.2 = 25

Beispiel 2 → Parameter ermittelt durch Kurve ab 0 Jahren

Das Datenblatt zeigt die untenstehende Kurve zusätzlich zu den folgenden Informationen:

Durchschnittlicher jährlicher Rückgang von weniger als 0,3 % vom 2. bis zum 30. Jahr



In dieser Situation sind die verfügbaren Daten:

- Leistung% Jahr = 0.3% (erklärt)
- Leist.@Jah1 = **100.0%** → Modulleistung nach 0 Jahr Betriebszeit
- Jah.@Leist.1 = **0**
- Leist.@Jah2 = **90.3%** → Modulleistung nach 30 Betriebsjahren (aus Grafik)
- Jah.@Leist.2 = **30**

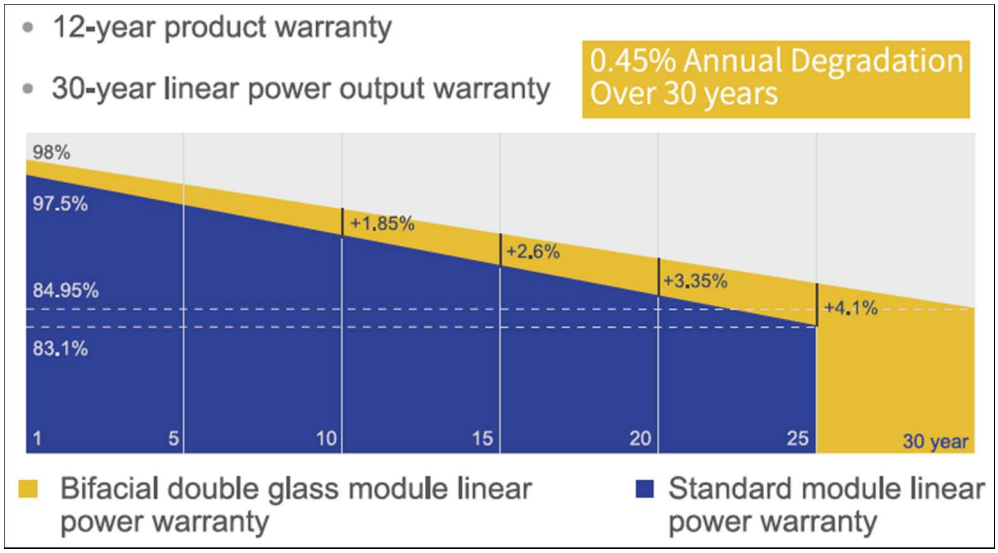
Mit den aus der Grafik erhältlichen Daten liefert die Beziehung [1] **Leistung%** = **0.32%**, was der vom Instrument berechnete und berücksichtigte Wert ist

Abschluss → Die einzustellenden Parameter auf dem Instrument gemäß der Grafik sind wie folgt:

Leist.@Jah1 = 100.0%
Jah.@Leist.1 = 0
Leist.@Jah2 = 90.3%
Jah.@Leist.2 = 30

Beispiel 3 → Parameter ermittelt durch Kurve ab 1 Jahr

Das folgende technische Datenblatt zeigt die Kurve eines Bifacial-Moduls



In dieser Situation sind die verfügbaren Daten:

- Leistung% Jahr = 0.45% (erklärt)
- Leist.@Jah1 = **98.0%** → Modulleistung nach 1 Jahr Betriebszeit (aus Grafik)
- Jah.@Leist.1 = **1**
- Leist.@Jah2 = **84.95%** → Modulleistung nach 30 Betriebsjahren (aus Grafik)
- Jah.@Leist.2 = **30**

Mit den aus der Grafik erhältlichen Daten liefert die Beziehung [1] **Leistung%** = **0.45%**, was der vom Instrument berechnete und berücksichtigte Wert ist

Abschluss → Die einzustellenden Parameter auf dem Instrument gemäß der Grafik sind wie folgt:

Leist.@Jah1 = 98.0%
Jah.@Leist.1 = 1
Leist.@Jah2 = 84.65%
Jah.@Leist.2 = 30

12. KUNDENDIENST

12.1. GARANTIEBEDINGUNGEN

Entsprechend unseren allgemeinen Geschäftsbedingungen wird auf dieses MessInstrument eine Garantie für Material- und Herstellerfehler geleistet. Während der Garantiezeit repariert oder ersetzt der Hersteller nach seiner Wahl alle defekten Teile oder das komplette Instrument.

Wenn das MessInstrument an den Kundendienst oder an den Händler eingesandt werden muss, übernimmt der Käufer die Rücksendekosten. Der Versand muss in jedem Fall im Voraus vereinbart werden. Der Sendung ist stets ein Schreiben beizufügen, in dem die Gründe für den Versand des Instruments erläutert werden. Verwenden Sie für den Versand nur die Originalverpackung. Schäden, die durch die Verwendung von Nicht-Originalverpackungen entstehen, werden dem Kunden in Rechnung gestellt. Der Hersteller übernimmt keine Haftung für Schäden, die an Personen oder Gegenständen entstehen.

In den folgenden Fällen wird keine Garantie geleistet:

- Reparatur und/oder Austausch von Zubehör und Batterien (nicht von der Garantie abgedeckt).
- Reparaturen, die aufgrund einer unsachgemäßen Verwendung des Instruments oder seiner Verwendung mit inkompatiblen Instrumenten erforderlich werden.
- Reparaturen, die aufgrund unzureichender Verpackung erforderlich werden.
- Reparaturen, die aufgrund von Arbeiten durch Unbefugte notwendig werden.
- Änderungen am Instrument, die ohne ausdrückliche Genehmigung des Herstellers vorgenommen wurden.
- Verwendung, die nicht in den technischen Spezifikationen des Instruments oder in der Bedienungsanleitung beschrieben ist.

Der Inhalt dieses Handbuchs darf ohne Genehmigung des Herstellers in keiner Form vervielfältigt werden.

Unsere Produkte sind patentiert und markenrechtlich geschützt. Der Hersteller behält sich das Recht vor, Produktspezifikationen und Preise infolge technischer Verbesserungen ohne Vorankündigung zu verändern.

12.2. KUNDENDIENST

Sollte dieses MessInstrument fehlerhaft arbeiten, überprüfen Sie bitte sowohl die Anschluss- wie auch die Prüfleitungen und wechseln diese aus, bevor Sie den Kundendienst anrufen. Wenn das Instrument weiterhin nicht richtig funktioniert, überprüfen Sie, ob das Verfahren zur Verwendung des Instruments mit den Angaben in diesem Handbuch übereinstimmt. Wenn das Instrument an den Kundendienst oder den Händler zurückgegeben werden soll, geht der Transport zu Lasten des Kunden. Der Versand muss in jedem Fall im Voraus vereinbart werden. Der Sendung ist stets ein Schreiben beizufügen, in dem die Gründe für den Versand des Instruments erläutert werden. Verwenden Sie für den Versand nur die Originalverpackung. Schäden, die durch die Verwendung von Nicht-Originalverpackungen entstehen, werden dem Kunden in Rechnung gestellt.

HT ITALIA SRL
Via della Boaria, 40
48018 – Faenza (RA) – Italy
T +39 0546 621002 | **F** +39 0546 621144
M ht@ht-instruments.com | **www.ht-instruments.it**

HT INSTRUMENTS SL
C/ Legalitat, 89
08024 Barcelona – Spain
T +34 93 408 17 77 | **F** +34 93 408 36 30
M info@htinstruments.es | **www.ht-instruments.com/es-es/**

HT INSTRUMENTS GmbH
Am Waldfriedhof 1b
D-41352 Korschenbroich – Germany
T +49 (0) 2161 564 581 | **F** +49 (0) 2161 564 583
M info@ht-instruments.de | **www.ht-instruments.de**

WHERE WE ARE