



TS4-A-F/2F und Rapid Shutdown System (RSS) Transmitter mit reiner Signaltechnik

Installationsanleitung



Besuchen Sie das Tigo Energy [Help Center](#) für umfassende Videos, Artikel und andere Ressourcen für alle Tigo-Produkte.

Gewährleistungsausschluss und Haftungsbeschränkung

Die Informationen, Empfehlungen, Beschreibungen und Sicherheitshinweise in diesem Dokument basieren auf den Erfahrungen und Einschätzungen von Tigo Energy, Inc. ("Tigo") und decken möglicherweise nicht alle Eventualitäten ab. Wenn weitere Informationen erforderlich sind, wenden Sie sich bitte an einen Tigo-Vertreter. Der Verkauf des in diesem Dokument gezeigten Produkts unterliegt den Bedingungen, die in der beschränkten Garantie von Tigo, den Allgemeinen Geschäftsbedingungen und allen anderen vertraglichen Vereinbarungen zwischen Tigo und dem Käufer aufgeführt sind.

ES GIBT KEINE ABSPRACHEN, VEREINBARUNGEN, GARANTIEEN, WEDER AUSDRÜCKLICH NOCH STILLSCHWEIGEND, EINSCHLIESSLICH GARANTIEEN DER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK ODER DER MARKTGÄNGIGKEIT, DIE NICHT AUSDRÜCKLICH IN EINEM BESTEHENDEN VERTRAG ZWISCHEN DEN PARTEIEN FESTGELEGT SIND. EIN SOLCHER VERTRAG LEGT DIE GESAMTE VERPFLICHTUNG VON TIGO FEST. DER INHALT DIESES DOKUMENTS WIRD NICHT TEIL EINES VERTRAGS ZWISCHEN DEN PARTEIEN UND ÄNDERT AUCH KEINEN VERTRAG ZWISCHEN DEN PARTEIEN.

In keinem Fall ist Tigo gegenüber dem Käufer oder Nutzer vertraglich, aus unerlaubter Handlung (einschließlich Fahrlässigkeit), verschuldensunabhängiger Haftung oder anderweitig verantwortlich für besondere, indirekte, zufällige, exemplarische, Vertrauens- oder Folgeschäden oder -verluste, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Verletzungen von Personen, Schäden oder Nutzungsausfall von Eigentum, Geräten oder Stromversorgungssystemen, entgangenen Gewinn, Kapitalkosten, Stromausfall, zusätzliche Kosten bei der Nutzung bestehender Kraftwerke oder Ansprüche gegen den Käufer oder Nutzer durch seine Kunden, die sich aus der Verwendung der hierin enthaltenen Informationen, Empfehlungen und Beschreibungen ergeben. Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen können nach alleinigem Ermessen und ohne vorherige Ankündigung geändert werden.

Versionshistorie des Dokuments

Version	Datum	Änderungen
1.0	n/a	Erste Fassung
2.0	20221020	RSS Tx PST-Inhalte und aktualisierte TS4-Angebote hinzugefügt
3.0	20230120	Komplette Neuformatierung, alle Themen aktualisiert
3.1	20230216	Zertifizierungserklärung hinzugefügt und TS4-A-2F-Spannungsfehler korrigiert (S. 18)
4.0	20230922	Der Titel wurde geändert, der Dokumentrevisionsverlauf (Titelangabe) wurde hinzugefügt, der Inhalt des älteren Senders (vor PST) wurde entfernt, der Inhalt für die Inbetriebnahme, das Testen und die Fehlerbehebung sowie der Anhang zum Übersprechen hinzugefügt.
4.1	20231219	Durchgehend verbesserte Installationsanweisungen. RSS Tx-Drehmomentwerte korrigiert.

4.2	20240301	Es wurden der Abschnitt " Überlegungen zu großen Gewerbe- und Versorgungsstandorten ", der Inhalt des kommerziellen RSS-Tx-Kits und der minimale Biegeradius des TS4-Kabels hinzugefügt.
4.3	20240801	Ändern Sie Bilder und klären Sie die Anforderungen an das Leiterlayout.
4.4	20250616	Modifiziert auf TS4 beträgt die Spannungsgenauigkeit +/-0,1 VDC. (Seite 24 & 26)

Inhalt

Gewährleistungsausschluss und Haftungsbeschränkung	2
Versionshistorie des Dokuments	2
Inhalt.....	4
Überblick	1
Dieses Handbuch	1
WICHTIGE SICHERHEITSHINWEISE	2
Überlegungen zu großen Gewerbe- und Versorgungsstandorten.....	5
Tigo Design Review erhalten.....	5
Layouten Sie PV-Leiter, um das Übersprechen zu minimieren.....	5
Anforderungen an das Leiterlayout.....	6
Alle Gruppen gleichzeitig ein-/ausschalten	9
TS4s installieren.....	10
Installieren von Sendern	14
Installieren eines Gehäuses.....	15
RSS Transmitter Outdoor Kit für einen Sender.....	15
RSS Transmitter Outdoor Kit für zwei Sender	15
Netzteile anschließen.....	16
Verbinden eines Kerns.....	19
Verstärken eines Signals mit zwei Kernen.....	21
Signalverkabelung anschließen	22
Status-LEDs prüfen	23
Veröffentlichen eines RSS-Labels.....	23
Inbetriebnahme und Betrieb	23
Checkliste für die Inbetriebnahme	23
Energize RSS-Transmitter	24
Abschalten von RSS-Sendern	25
Testen und Fehlerbehebung	25
Vorbereitung der Messtabelle	25
Messungen von stromlosen Strings – Sicherheitsspannung	27
Sicherheitsspannungen prüfen	27
Beheben von Fehlern bei der Sicherheitsspannung	27
Angetriebene String-Messungen	28

Messung der Leerlaufspannung (VOC)	28
Beheben von VOC-Fehlern	30
Aktuelle Richtung testen	30
Beheben von Fehlern in der aktuellen Richtung	31
Crosstalk-Messungen	31
Test auf Übersprechen	32
Beheben von Übersprechproblemen	33
Beheben von Senderfehlern	34
RSS-Signal-Erkennung	34
Leistungsbeschreibung	35
Garantie	35
Unterstützen	35
Anhang A – Übersprechen	36
Was ist Crosstalk?	36
Was verursacht Übersprechen?	36

Überblick

Tigo TS4-A-F/2F MLPE- und RSS-Transmitterkomponenten ermöglichen ein UL-zertifiziertes und NEC-konformes PV Rapid Shutdown System (PVRSS) für neue und bestehende PV-Anlagen. Nach dem Herunterfahren reduzieren die Komponenten, die für Wohngebäude bis hin zu großen gewerblichen Systemen geeignet sind, die Spannung auf 0,6 V pro TS4, was zu einer String-Sicherheitsspannung von weniger als 30 V führt.

- Ein TS4-A-F wird mit einem Modul verbunden, während ein TS4-A-2F mit zwei Modulen verbunden wird. Ansonsten sind sie in ihrer Funktion identisch und können austauschbar in einer Zeichenkette verwendet werden.
- Die TS4-A-F/2Fs sind auf das Keep-Alive-Signal der kontinuierlichen Powerline-Kommunikation (PLC) von einem RSS-Sender angewiesen, um die Modulausgabe zu ermöglichen. Bei Signalverlust fallen die Modul- und String-Spannungen auf ein sicheres Niveau.

Dieses Handbuch

Dieses Handbuch enthält Anweisungen für die Installation, das Testen, die Fehlerbehebung und die Inbetriebnahme der folgenden Tigo-Komponenten eines Schnellabschaltsystems:

- TS4-A-F
- TS4-A-2F
- RSS-Sender mit Tigo Pure Signal-Technologie (PST) (Teilenummern 490-00000-51/52)

Früheren Versionen des Senders fehlt PST. Laden Sie das [Installationshandbuch für das Rapid Shutdown System \(RSS\) für den Brandschutz herunter](#), um Anweisungen für ältere Transmitter zu erhalten. Sie können neue und ältere Transmitter identifizieren, indem Sie sich ihre oberen Anschlüsse ansehen:

Transmitter mit PST



Legacy-Transmitter ohne PST



Diese Sicherheitssymbole können im Handbuch erscheinen:



WARNUNG!

Eine gefährliche Situation, die zu schweren Verletzungen oder zum Verlust von Leben führen kann.



VORSICHT!

Eine gefährliche Situation, die zu Verletzungen oder Schäden am Produkt führen kann.



WICHTIGE SICHERHEITSHINWEISE

TÖDLICHE SPANNUNG KANN IN JEDER PV-ANLAGE VORHANDEN SEIN

BEWAHREN SIE DIESE ANWEISUNGEN AUF

WARNUNG - DIESES PHOTOVOLTAIK-SCHNELLABSCHALTGERÄT (PVRSE) ERFÜLLT NICHT ALLE FUNKTIONEN EINES VOLLSTÄNDIGEN PHOTOVOLTAIK-SCHNELLABSCHALTSYSTEMS (PVRSS). DIESES PVRSE MUSS MIT ANDEREN GERÄTEN INSTALLIERT WERDEN, UM EIN VOLLSTÄNDIGES PVRSS ZU BILDEN, DAS DIE ANFORDERUNGEN VON NEC (NFPA 70) ABSCHNITT 690.12 FÜR KONTROLLIERTE LEITER AUSSERHALB DES ARRAYS ERFÜLLT. ANDERE GERÄTE, DIE IN ODER AUF DIESER PV-ANLAGE INSTALLIERT SIND, KÖNNEN DEN BETRIEB DES PVRSS BEEINTRÄCHTIGEN. ES LIEGT IN DER VERANTWORTUNG DES INSTALLATEURS, SICHERZUSTELLEN, DASS DIE FERTIGGESTELLTE PV-ANLAGE DIE ANFORDERUNGEN AN DIE SCHNELLABSCHALTUNG ERFÜLLT. DIESES GERÄT MUSS GEMÄSS DEN INSTALLATIONSANWEISUNGEN DES HERSTELLERS INSTALLIERT WERDEN.

- Dieses Handbuch enthält wichtige Anweisungen für die Installation und Wartung der Tigo-Produktmodelle TS4-F, TS4-A-F, TS4-A-2F und des RSS-Senders.
- Gefahr eines Stromschlags: Abdeckung nicht entfernen, nicht zerlegen oder reparieren. Im Inneren befinden sich keine vom Benutzer zu wartenden Teile. Überlassen Sie die Wartung qualifiziertem Servicepersonal.
- Bevor Sie das Tigo-System installieren oder verwenden, lesen Sie bitte alle Anweisungen und Warnhinweise auf den Tigo-Produkten, die entsprechenden Abschnitte Ihres Wechselrichterhandbuchs, das Installationshandbuch für Photovoltaik (PV)-Module und andere verfügbare Sicherheitshinweise.
- Alle Geräte müssen in einer Umgebung installiert und betrieben werden, die innerhalb der in der Installationsanleitung veröffentlichten Nennwerte und Einschränkungen der Geräte liegt.
- Um das Risiko von Bränden und Stromschlägen zu verringern, installieren Sie dieses Gerät unter strikter Einhaltung des National Electric Code (NEC) ANSI/NFPA 70 und/oder der örtlichen elektrischen Vorschriften. Wenn die Photovoltaikanlage Licht ausgesetzt ist, versorgt sie die Tigo TS4-Einheiten mit einer Gleichspannung, und die Ausgangsspannung kann so hoch sein wie die Leerlaufspannung (VOC) des PV-Moduls, wenn sie an das Modul angeschlossen ist. Der Installateur sollte die gleiche Vorsicht walten lassen, wenn er elektrische Kabel von einem PV-Modul mit oder ohne angeschlossene TS4-Einheiten handhabt.
- TS4-A-F- und TS4-A-2F-Produkte werden in der OFF-Position ausgeliefert und messen eine Sicherheitsspannung von 0,6 V am Ausgang, wenn kein Keep-Alive-Signal vorhanden ist.
- Die Installation darf nur von geschultem Fachpersonal durchgeführt werden. Tigo übernimmt keine Haftung für Verluste oder Schäden, die durch unsachgemäße Handhabung, Installation oder unsachgemäße Verwendung von Produkten entstehen.
- Entfernen Sie vor dem Einbau der Tigo TS4-Einheiten alle metallischen Schmuckstücke, um das Risiko eines Kontakts mit stromführenden Schaltkreisen zu verringern. Versuchen Sie nicht, bei schlechtem Wetter zu installieren.

- Betreiben Sie die Tigo TS4-Geräte nicht, wenn sie physisch beschädigt wurden. Überprüfen Sie die vorhandenen Kabel und Steckverbinder und stellen Sie sicher, dass sie in gutem Zustand sind und eine angemessene Bewertung aufweisen. Betreiben Sie Tigo TS4-Geräte nicht mit beschädigten oder minderwertigen Kabeln oder Anschlüssen. Tigo TS4-Geräte müssen am oberen Ende der PV-Modulrückwand oder des Regalsystems und in jedem Fall oberirdisch montiert werden.
- Schließen Sie die Unterlast nicht an oder trennen Sie sie nicht. Das Ausschalten des Wechselrichters und/oder der Tigo-Produkte verringert dieses Risiko möglicherweise nicht. Interne Kondensatoren im Wechselrichter können nach dem Trennen aller Stromquellen mehrere Minuten lang geladen bleiben. Überprüfen Sie, ob sich die Kondensatoren entladen haben, indem Sie die Spannung an den Wechselrichterklammern messen, bevor Sie die Verkabelung trennen, wenn eine Wartung erforderlich ist. Warten Sie nach der Aktivierung der Schnellabschaltung 30 Sekunden, bevor Sie die Gleichstromkabel abklemmen oder die Gleichstromtrennung ausschalten.
- Steckverbinder verschiedener Hersteller können nicht miteinander gesteckt werden.
- Das Netzteil der Transmittersteuerung MUSS sich im selben AC-Abzweigstromkreis wie der Wechselrichter befinden, um die Anforderungen an eine schnelle Abschaltung zu erfüllen.



CONSIGNES DE SÉCURITÉ IMPORTANTES

**UNE TENSION MORTELLE PEUT ÊTRE PRÉSENTE
DANS TOUTE INSTALLATION PV**

CONSERVEZ CES ANLEITUNG

AVERTISSEMENT - CET ÉQUIPEMENT D'ARRÊT RAPIDE PHOTOVOLTAÏQUE (PVRSE) N'EXÉCUTE PAS TOUTES LES FONCTIONS D'UN SYSTÈME D'ARRÊT RAPIDE PHOTOVOLTAÏQUE COMPLET (PVRSS). CE PVRSE DOIT ÊTRE INSTALLÉ AVEC D'AUTRES ÉQUIPEMENTS POUR FORMER UN PVRSS COMPLET QUI RÉPOND AUX EXIGENCES DE LA SECTION 690.12 DE NEC (NFPA 70) POUR LES CONDUCTEURS CONTRÔLÉS EN DEHORS DU SYSTÈME. D'AUTRES ÉQUIPEMENTS INSTALLÉS DANS OU SUR CE SYSTÈME PV PEUVENT AFFECTER LE FONCTIONNEMENT DU PVRSS. IL EST DE LA RESPONSABILITÉ DE L'INSTALLATEUR DE S'ASSURER QUE LE SYSTÈME PV TERMINÉ RÉPOND AUX EXIGENCES FONCTIONNELLES D'ARRÊT RAPIDE. CET ÉQUIPEMENT DOIT ÊTRE INSTALLÉ SELON LES INSTRUCTIONS D'INSTALLATION DU FABRICANT.

- Ce manuel contient des instructions importantes pour l'installation et la maintenance des modèles de produits Tigo TS4-F, TS4-A-F, TS4-A-2F et du transmetteur RSS.
- Risque de choc électrique, ne retirez pas le couvercle, ne démontez pas et ne réparez pas, aucune pièce réparable par l'utilisateur à l'intérieur. Confiez l'entretien à du personnel d'entretien qualifié.
- Avant d'installer ou d'utiliser le système Tigo, veuillez lire toutes les instructions et les avertissements sur les produits Tigo, les sections appropriées du manuel de votre onduleur, le manuel d'installation du module photovoltaïque (PV) et les autres guides de sécurité disponibles.

- Tout l'équipement doit être installé et utilisé dans un environnement respectant les valeurs nominales et les limites de l'équipement telles que publiées dans le manuel d'installation.
- Pour réduire les risques d'incendie et d'électrocution, installez cet appareil en respectant strictement le Code national de l'électricité (NEC) ANSI/NFPA 70 et/ou les codes électriques locaux. Lorsque le générateur photovoltaïque est exposé à la lumière, il fournit une tension continue aux unités Tigo TS4 et la tension de sortie peut être aussi élevée que la tension de circuit ouvert (VOC) du module PV lorsqu'il est connecté au module. L'installateur doit faire preuve de la même prudence lors de la manipulation des câbles électriques d'un module PV avec ou sans les unités TS4 attachées.
- TS4-A-F et TS4-A-2F sont expédiés en position OFF et mesureront 0,6 V à la sortie lorsque le signal d'entretien n'est pas présent.
- L'installation doit être effectuée uniquement par des professionnels qualifiés. Tigo n'assume aucune responsabilité pour les pertes ou dommages résultant d'une mauvaise manipulation, installation ou mauvaise utilisation des produits.
- Retirez tous les bijoux métalliques avant d'installer les unités Tigo TS4 pour réduire le risque de contact avec les circuits sous tension. N'essayez pas d'installer par mauvais temps.
- N'utilisez pas les unités Tigo TS4 si elles ont été physiquement endommagées. Vérifiez les câbles et les connecteurs existants, en vous assurant qu'ils sont en bon état et qu'ils sont appropriés. Ne faites pas fonctionner les unités Tigo TS4 avec un câblage ou des connecteurs endommagés ou de qualité inférieure. Les unités Tigo TS4 doivent être montées sur l'extrémité supérieure de la feuille de fond du module PV ou du système de rayonnage, et dans tous les cas au-dessus du sol.
- Ne pas connecter ou déconnecter sous charge. L'arrêt de l'onduleur et/ou des produits Tigo peut ne pas réduire ce risque. Les condensateurs internes de l'onduleur peuvent rester chargés pendant plusieurs minutes après avoir déconnecté toutes les sources d'alimentation. Vérifiez que les condensateurs se sont déchargés en mesurant la tension aux bornes de l'onduleur avant de déconnecter le câblage si un entretien est nécessaire. Attendez 30 secondes après l'activation de l'arrêt rapide avant de débrancher les câbles CC ou de désactiver la déconnexion CC.
- Les connecteurs homologues de différents fabricants ne peuvent pas être accouplés les uns aux autres.
- L'alimentation de commande de l'émetteur DOIT être sur le même circuit de dérivation CA que l'onduleur pour répondre aux exigences d'arrêt rapide.

Überlegungen zu großen Gewerbe- und Versorgungsstandorten

Die Tigo Pure Signal-Technologie (PST) ermöglicht es einer Gruppe von bis zu zehn RSS-Sendern, ihre Powerline-Kommunikation (SPS) mit bis zu 200 PV-Strings zu synchronisieren und so eine zuverlässige, schnelle Abschaltung mit Tigo TS4s zu gewährleisten.

Beim Einsatz mehrerer Sendergruppen (>10) müssen jedoch bestimmte Anforderungen erfüllt werden, um eine ordnungsgemäße und sichere Leistung zu gewährleisten. Diese Voraussetzungen sind, dass Sie:

- Tigo Design Review erhalten
- Layouten Sie PV-Leiter, um das Übersprechen zu minimieren
- Alle Gruppen gleichzeitig ein-/ausschalten

Tigo Design Review erhalten

Das Tigo Customer Success Team kann Ihnen helfen, sofort eine erfolgreiche Bereitstellung für mehrere Gruppen zu entwerfen und zu implementieren. Sie können von Anfang an mit einem umfassenden Service auf dem neuesten Stand der Technik helfen oder einfach eine ergänzende Überprüfung Ihrer Pläne durchführen, um die richtige Übertragung und das richtige Leiterlayout sicherzustellen.

[Wenden Sie sich](#) so früh wie möglich im Designprozess an Customer Success, um zu erfahren, wie das Tigo-Team am effizientesten eingebunden werden kann. Sie sparen viel Zeit und Geld, wenn Sie es gleich beim ersten Mal richtig machen.

Layouten Sie PV-Leiter, um das Übersprechen zu minimieren

Tigo RSS-Transmitter mit PST nutzen Power-Line Communications (PLC) über PV-Leiter, um mit TS4s zu kommunizieren. Wenn Sie mehrere Gruppen von Sendern installieren, können elektromagnetische Interferenzen (Übersprechen) durch unsachgemäße PV-Leiterlayouts die Integrität des RSS-Signals beeinträchtigen und zu einer inkonsistenten Leistung führen.



VORSICHT!

Mehrere Tigo RSS-Sender müssen gemäß den folgenden Anweisungen installiert werden. Wenn diese nicht angewendet werden, kann dies zu einem Systemausfall führen, der zu Schäden an Geräten und Infrastruktur führt.

Anforderungen an das Leiterlayout

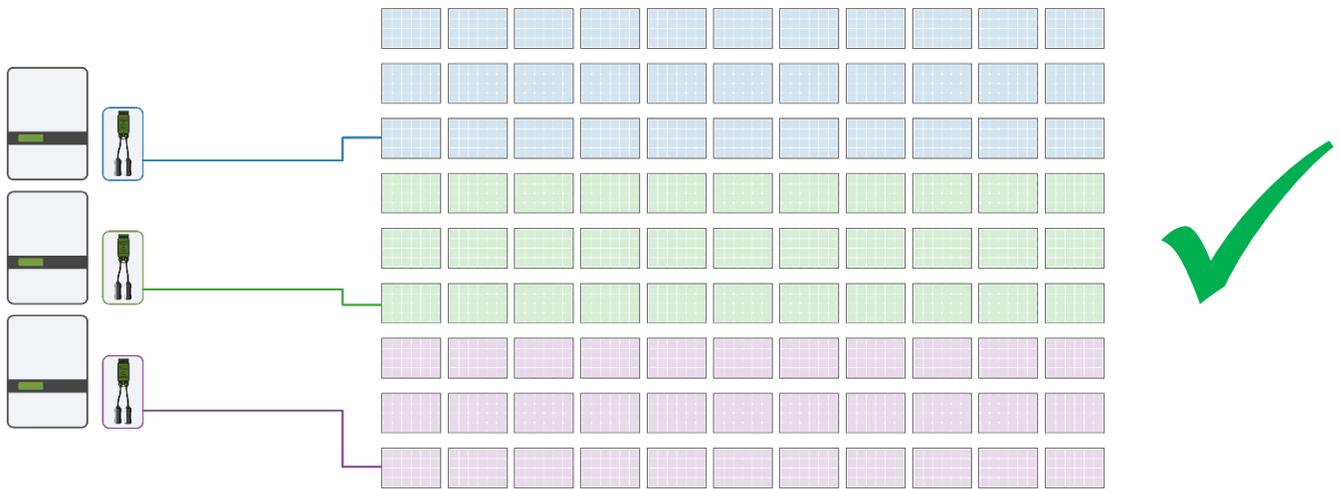
So erhalten Sie die Stärke und Integrität des RSS-Signals:

- Trennen Sie nicht den positiven und negativen Leiter desselben Strings.

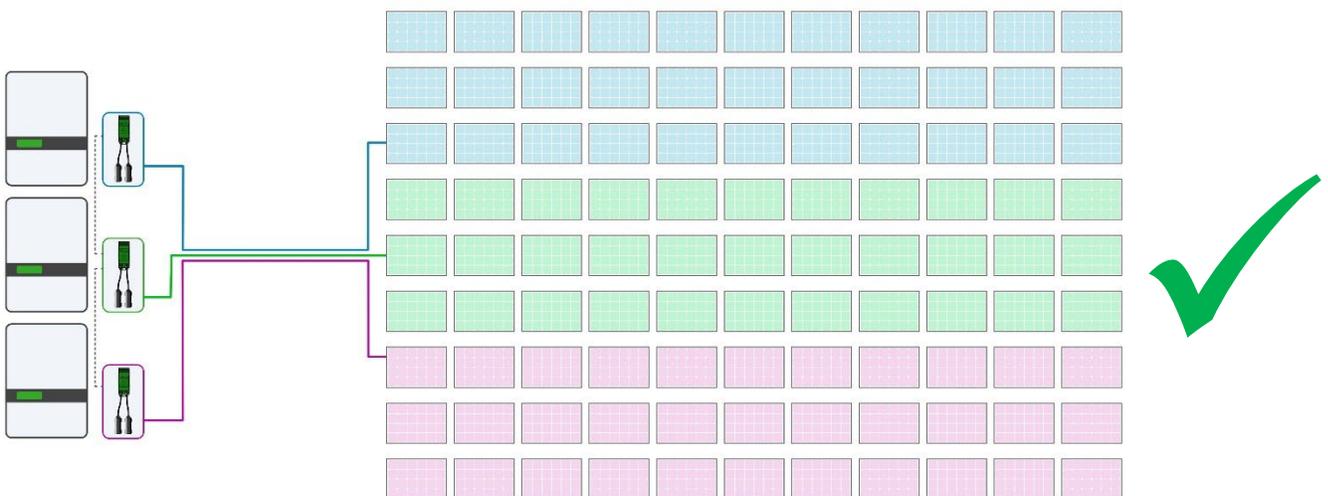


- Sie DÜRFEN alle Leiter, die denselben Transmitter verwenden, zusammen in einem Rohr verlegen. Alle Leiter für eine einzelne PST-Gruppe können auch in einer einzigen Leitungskassette verlegt werden. Units aus verschiedenen PST-Gruppen können nicht im selben Conduit ausgeführt werden und müssen den Standardregeln folgen, die wir zur Vermeidung von Übersprechen haben.
- Eine PST-Gruppe ist eine Gruppe von bis zu 10 reinen Signalgebern, die alle mit einem einzigen "Leader" verbunden sind, der das SPS-Signal über alle angeschlossenen "Follower" synchronisiert.
- Begrenzen Sie die Round-Trip-Länge (von positiv zu negativ) eines PV-Leiters auf 300 m (985 Fuß). Fahrten bis zu 500 m (1640 ft.) können mit zwei Kernen möglich sein – wenden Sie sich an Tigo [Sales Engineering](#).
- Kreuzen Sie AC-Leiter nicht über PV-Leiter, die im RSS verwendet werden.
- Halten Sie einen Abstand von mindestens 20 cm (8 Zoll) zwischen Leitern aus verschiedenen Gruppen ein, unabhängig davon, ob es sich um eine Kabeltrasse oder einen Leerrohrverlauf handelt. Offene Kabeltrassen schützen Signale nicht vor Übersprechen.
- Überschüssige Homerun-Leiter abschneiden: Kabel nicht aufspulen oder aufwickeln.

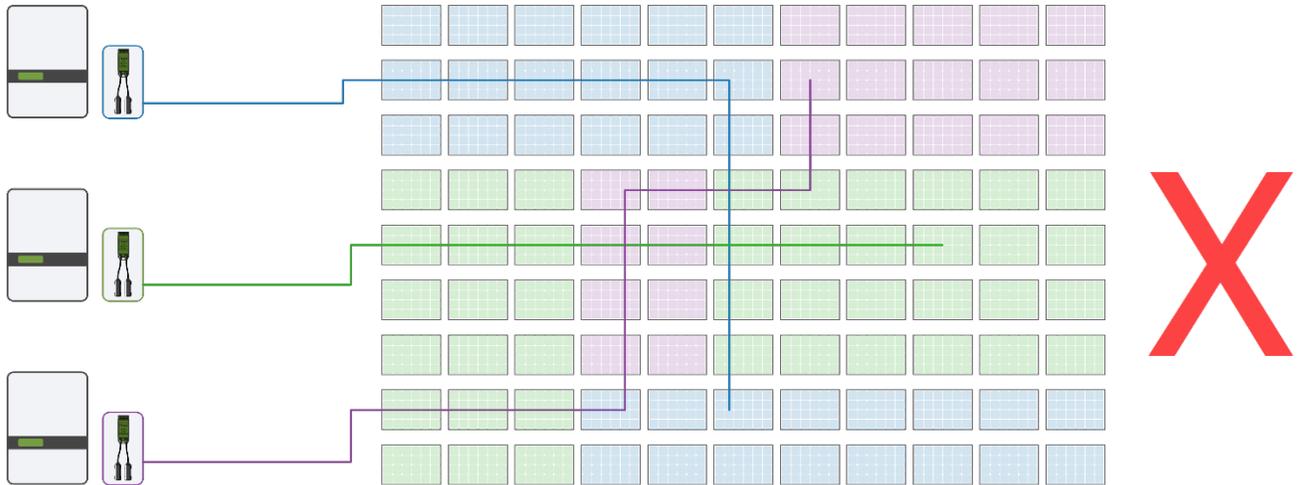
Dieses Beispiel zeigt ein korrektes Layout für Nicht-PST-Sender: Homeruns von einem Sender werden nicht unter Zeichenfolgen unterquert, die mit anderen Sendern verbunden sind.



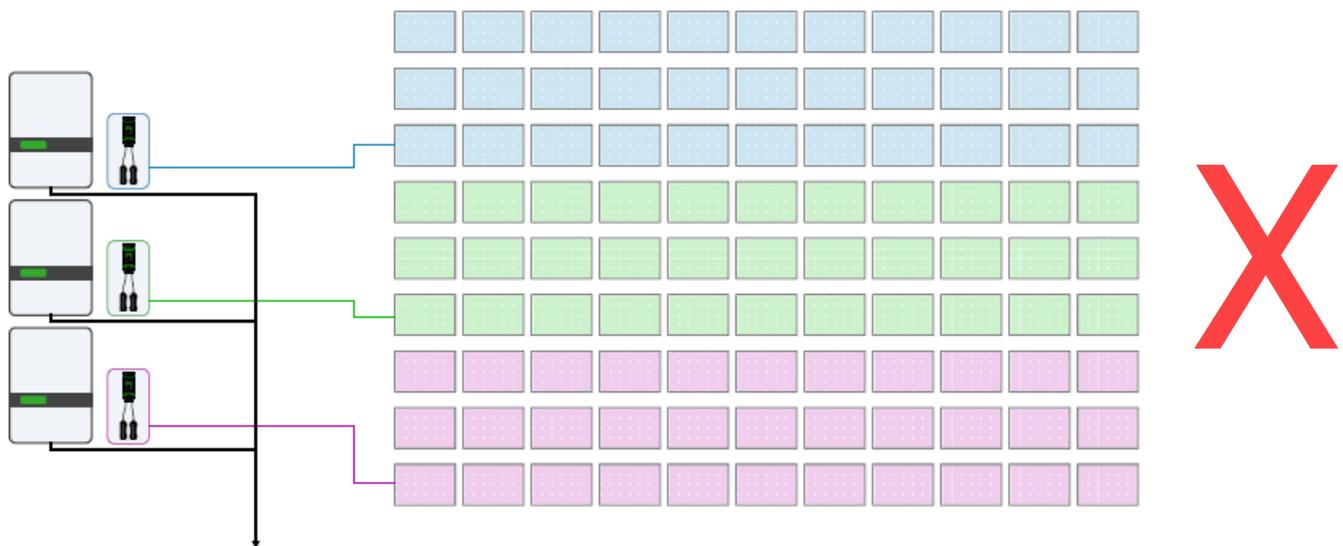
Dies ist ein weiteres Beispiel für ein gutes Layout. Leiter können sich eine Kabeltrasse teilen, wenn die Sender zur gleichen PST-Gruppe gehören.



Das folgende Beispiel zeigt ein deutlich falsches Layout für Nicht-PST-Sender: Homeruns von einem Sender werden unter Zeichenfolgen durchquert, die mit anderen Sendern verbunden sind, wodurch eine hohe Wahrscheinlichkeit von Übersprechen entsteht.



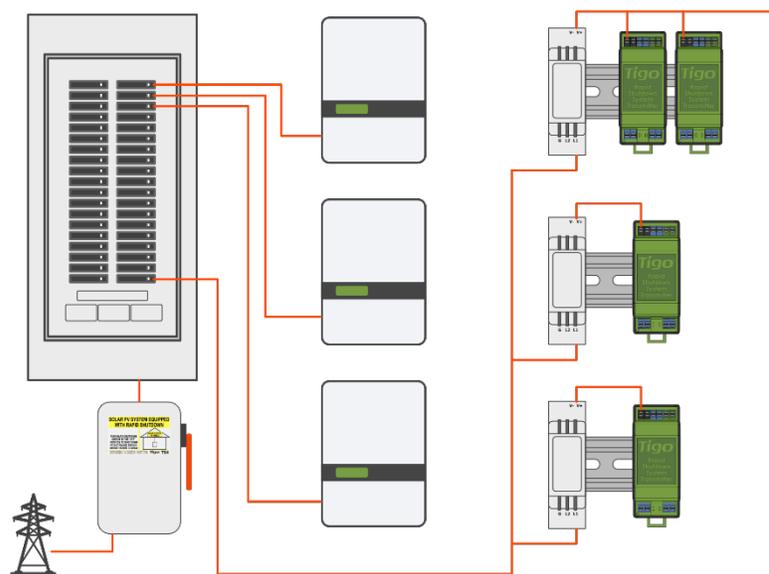
Dies ist ein weiteres Beispiel für Homeruns von einem Sender, die sich nicht unter Zeichenfolgen kreuzen, die mit anderen Sendern verbunden sind. Dies ist jedoch immer noch ein unsachgemäßes Layout, da sich die AC-Leiter über den PV-Leiter kreuzen, der im RSS verwendet wird.



AC-Leitungen

Alle Gruppen gleichzeitig ein-/ausschalten

Um die PST-Synchronisierung zu optimieren und sicherzustellen, dass das Übersprechen von einem Live-String keine Auswirkungen auf andere Strings hat, müssen alle RSS-Transmitter an einem Standort gleichzeitig ein- und ausgeschaltet werden. Eine Möglichkeit, dies zu tun, besteht darin, einen einzelnen AC-Unterbrecher zu installieren, der alle Netzteile der Sendergruppe mit Strom versorgt. Das folgende Beispiel zeigt die Stromversorgung mehrerer Wechselrichter über dedizierte AC-Schutzschalter und die Stromversorgung aller RSS-Sender in der Gruppe über einen dedizierten Schutzschalter.



Detaillierte Anweisungen zum Einschalten und Ausschalten von Gruppen finden Sie im [Abschnitt Inbetriebnahme und Betrieb](#) dieses Handbuchs.

TS4s installieren

TS4-A-F und TS4-A-2F Geräte funktionieren gleich, jedoch wird ein TS4-A-F mit einem Solarmodul verbunden, während ein TS4-A-2F mit zwei Modulen verbunden wird. Jedes Modul in einer Zeichenfolge muss über ein eigenes TS4-A-F verfügen oder ein TS4-A-2F mit einem anderen Modul teilen. Sie können eine TS4-A-2F bei Bedarf an ein einzelnes Modul anschließen, indem Sie den nicht verwendeten zweiten Satz Eingangskabel anschließen.



VORSICHT!

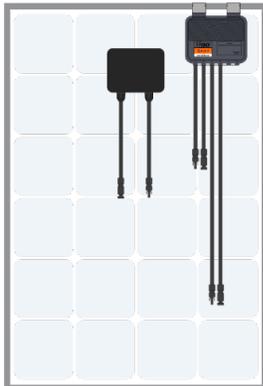


- Installieren Sie TS4 nicht, wenn sie physisch beschädigt wurden oder Schäden aufweisen oder minderwertige Kabel oder Anschlüsse aufweisen.
- TS4s Unterlast nicht anschließen oder trennen.
- Wenden Sie keine externe Spannungsquelle, wie z. B. einen IV-Kurventester, an ein Modul/einen String an, das mit TS4s ausgestattet ist.
- Halten Sie einen Kabelbiegeradius von mindestens 38 mm (1,5 Zoll) ein.

So installieren Sie eine TS4-A-F:

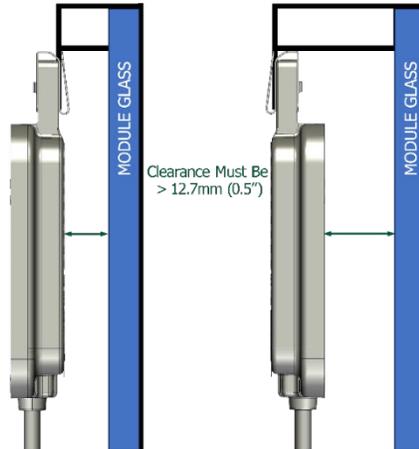
1. Schieben Sie die TS4-Federklemmen auf den Rahmen des Solarmoduls.

Wenn Sie ein rahmenloses Modul verwenden, entfernen Sie die TS4-Federklemmen und schrauben Sie das TS4 mit M8-Schrauben direkt an die PV-Schiene. Drehmoment bis 10,2 Nm.



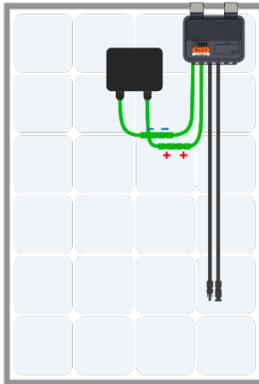
- Der TS4 und seine Kabel, Kabelverschraubungen (an denen Kabel in den TS4 eingeführt werden) und Stecker dürfen die Dachoberfläche nicht berühren. Vermeiden Sie es, Kabelverschraubungen nach oben zu richten.

- Wenn der TS4 kleiner als 12,7 mm (0,5 Zoll) ist Drehen Sie den TS4 vom Solarmodulglas um, sodass das Etikett zum Modul zeigt.



- Überprüfen Sie die Anweisungen für Solarmodule auf Einschränkungen bei der Montage von Vorrichtungen unter dem Modul.

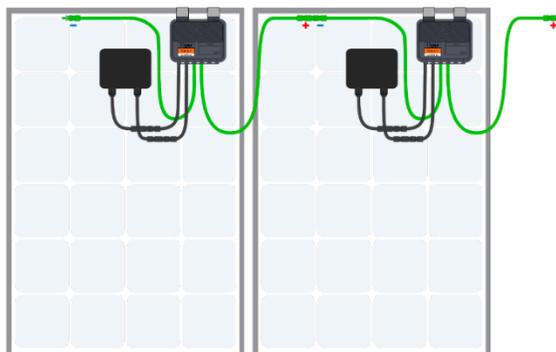
2. Schließen Sie die kürzeren TS4-Eingangskabel an das Solarmodul an.



VORSICHT!

Sie müssen die kürzeren TS4-Eingangskabel an das Solarmodul anschließen, bevor Sie längere Ausgangskabel an benachbarte TS4s anschließen. Andernfalls können die TS4-Geräte beschädigt werden.

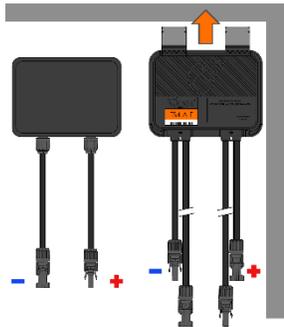
3. Verbinden Sie den längeren Satz TS4-Ausgangskabel mit den benachbarten TS4, um eine Zeichenfolge zu erstellen.



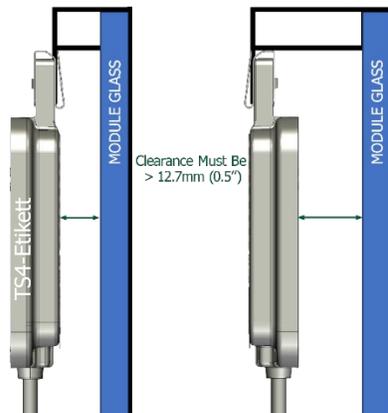
So installieren Sie eine TS4-A-2F:

1. Schieben Sie die TS4-Federklemmen auf den Rahmen des Solarmoduls.

Wenn Sie ein rahmenloses Modul verwenden, entfernen Sie die TS4-Federklemmen und schrauben Sie das TS4 mit M8-Schrauben direkt an die PV-Schiene. Drehmoment bis 10,2 Nm.

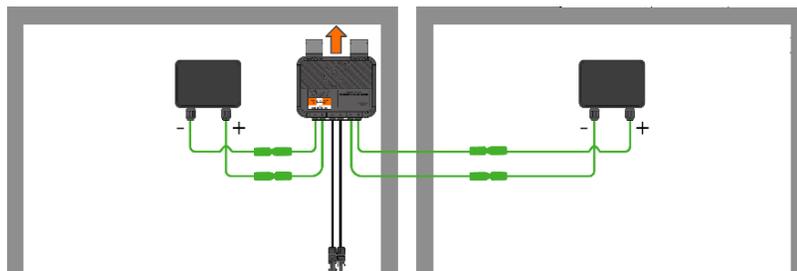


- Der TS4 und seine Kabel, Kabelverschraubungen (an der Stelle, an der das Kabel in den TS4 eintritt) und Steckverbinder dürfen die Dachoberfläche nicht berühren. Vermeiden Sie es, Kabelverschraubungen nach oben zu richten.
- Wenn der TS4 kleiner als 12,7 mm (0,5 Zoll) ist Drehen Sie den TS4 vom Solarmodulglas um, sodass das Etikett zum Modul zeigt.



- Überprüfen Sie die Anweisungen für Solarmodule auf Einschränkungen bei der Montage von Vorrichtungen unter dem Modul.

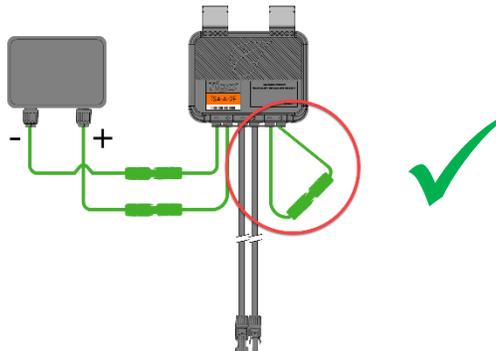
2. Verbinden Sie die kürzeren TS4-Eingangleitungen mit zwei Solarmodulen.



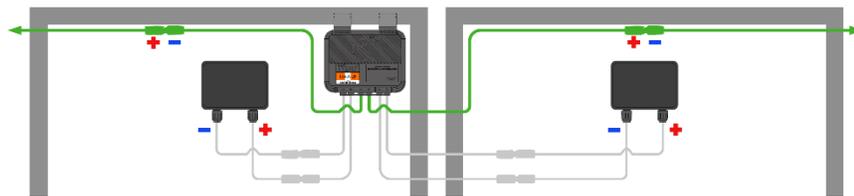
**VORSICHT!**

Sie müssen die kürzeren TS4-Eingangskabel an das Solarmodul anschließen, bevor Sie längere Ausgangskabel an benachbarte TS4s anschließen. Andernfalls können die TS4-Geräte beschädigt werden.

Wenn Sie einen TS4-A-2F an ein einzelnes Solarmodul anschließen, schließen Sie den nicht verwendeten zweiten Satz Eingangskabel an.



3. Verbinden Sie den längeren Satz TS4-Ausgangskabel mit den benachbarten TS4-A-2Fs in der Zeichenfolge.



So trennen Sie einen TS4:

- Aktivieren Sie die Schnellabschaltung, indem Sie den RSS-Sender und den Wechselrichter ausschalten oder den dafür vorgesehenen PV-Schnellabschaltssystem-Initiator (PVRSS) verwenden.
- Warten Sie 30 Sekunden nach einer schnellen Abschaltung, bevor Sie die Gleichstromkabel trennen.
- Trennen Sie einzelne TS4-Kabel von einem String, bevor Sie die TS4-Eingangskabel von der Anschlussdose des Solarmoduls trennen.

**WARNUNG!**

Gehen Sie immer davon aus, dass sich TS4-Einheiten im eingeschalteten Zustand befinden.

Installieren von Sendern

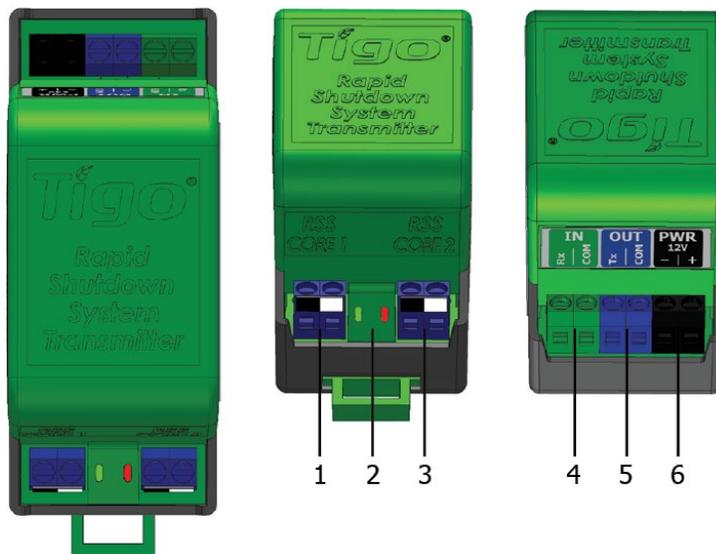
Ein Sender kann bis zu zehn Saiten mit einem Kern und bis zu zwanzig Saiten mit zwei Adern unterstützen. Um die Vorteile der Tigo Pure Signal-Technologie (PST) zu nutzen, können bis zu zehn Transmitter zu einer Gruppe verbunden werden.



VORSICHT!

Wenn Sie mehrere Gruppen installieren, wenden Sie sich an die Tigo-Vertriebsingenieure, um das richtige Systemdesign zu erhalten, um Übersprechen und andere elektromagnetische Störungen zu minimieren. Sie müssen die erforderlichen Verfahren für [das PV-Leiterlayout und die RSS-Signalintegrität](#) befolgen.

Ein RSS-Sender:



1. Core 1 Klemmen
2. Status-LEDs für Signale
3. Core 2 Klemmen
4. IN Rx/COM-Empfangsterminals
5. OUT Tx/COM-Sendeanschlüsse
6. Stromanschlüsse (– und +12 V)

Um einen oder mehrere RSS-Transmitter zu installieren, gehen Sie wie folgt vor:

- Installieren eines Gehäuses
- Schließen Sie ein Netzteil an
- Verbinden eines Kerns
- Signalverkabelung anschließen
- Überprüfen Sie die Status-LEDs des Senders
- Veröffentlichen eines RSS-Labels

Installieren eines Gehäuses

RSS-Sender sind NEMA 1 (Indoor) zertifiziert. Bei der Installation im Freien oder bei Witterungseinflüssen ist ein NEMA 4-Gehäuse mit einer 35-mm-DIN-Schiene erforderlich.

Zwei optionale Tigo-Kits für den Außenbereich enthalten ein Gehäuse, einen RSS-Sender, ein Netzteil und DIN-Schienenkomponenten.

RSS Transmitter Outdoor Kit für einen Sender

Das Tigo RSS Transmitter Outdoor Kit für einen Sender für 120/240 V Netzeinspeisung beinhaltet:

- Ein IP67/NEMA 4X-zertifiziertes Gehäuse
- Ein RSS-Sender
- Ein 100-240 V 12 V/1 A Netzteil

Der Transmitter und die Stromversorgung sind auf einer 35 mm DIN-Schiene montiert. Die Gehäuseabmessungen (B x T x H) betragen 203 x 115 x 278,4 mm (8 x 4,5 x 11 Zoll).

RSS Transmitter Outdoor Kit für zwei Sender

Das Tigo-Kit für einen oder zwei Transmitter für 277/480 V Netzeinspeisung enthält:

- Ein IP67-zertifiziertes Gehäuse
- Ein RSS-Sender
- Ein 180-550 V 12 V/10 A Netzteil

Der Transmitter und die Stromversorgung sind auf einer 35 mm DIN-Schiene montiert. Die Gehäuseabmessungen (B x T x H) betragen 300 x 180 x 400 mm (11,8 x 7,1 x 15,75 Zoll).

Um ein Kit oder zusätzliche Transmitter und Netzteile zu bestellen, wenden Sie sich bitte an Ihren Tigo-Händler vor Ort oder an den [Tigo-Vertrieb](#).



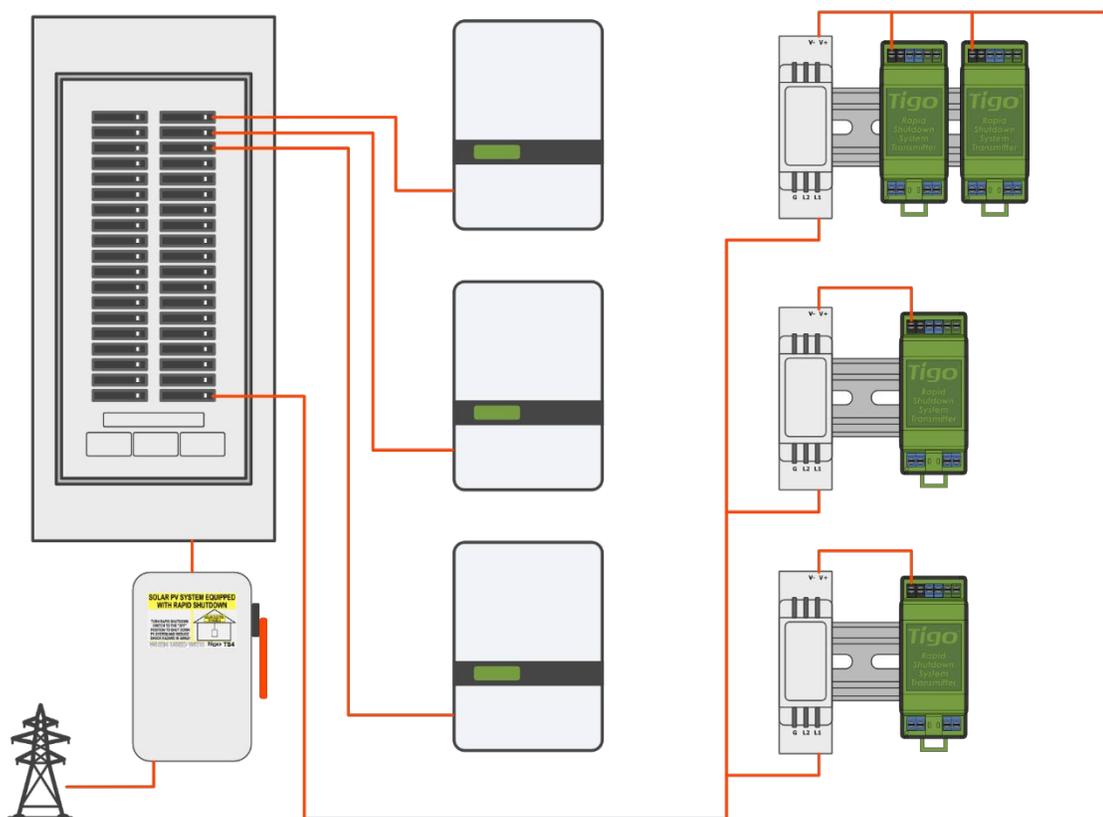
VORSICHT!

Befolgen Sie die Vorschriften sorgfältig, wenn Sie Rohre und Leiter montieren, um eine wasserdichte Leistung, eine ordnungsgemäße Füllung des Gehäuses und sichere Kabelbiegungen zu gewährleisten.

Feuchtigkeit beschädigt sowohl das Netzteil als auch den RSS-Sender.

Netzteile anschließen

Für Anwendungen in Wohngebäuden muss ein 12 V/1 A Gleichstromnetzteil für 120 V verwendet werden. Für kommerzielle Anwendungen müssen Sie ein 12V/1A-Netzteil mit 480/277V Eingangleistung verwenden. Da kommerzielle Anwendungen in der Regel mehrere Transmitter verwenden, können Sie ein 12V/10A-Netzteil verwenden, um bis zu 10 Transmitter in derselben Gruppe mit Strom zu versorgen.



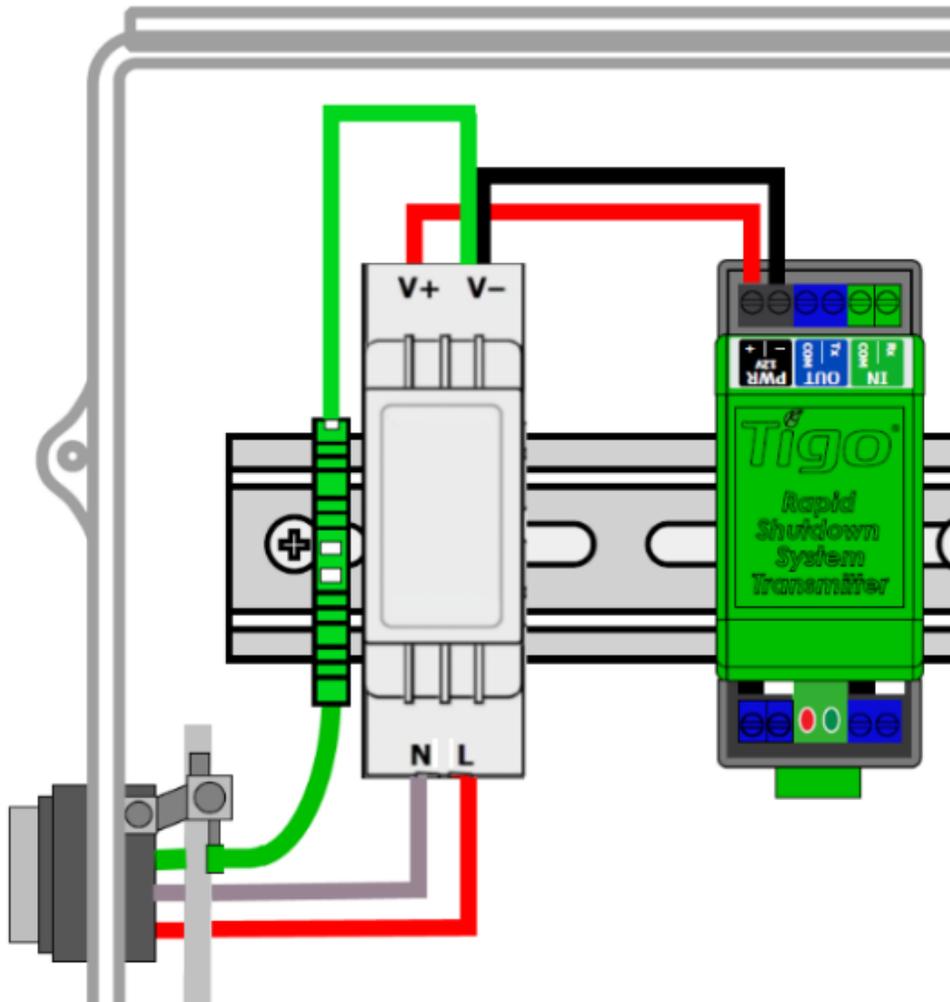
VORSICHT!

Netzteile, die nicht von Tigo stammen, müssen zuverlässig 12 V ($\pm 2\%$) 1 A Strom für einen einzelnen Transmitter und 12 V ($\pm 2\%$) 10 A Strom für mehrere (bis zu zehn) Transmitter ausgeben.

Tigo-Netzteile erfüllen die Anforderungen für Ride-Through-Verbindungen, wie z. B. die kalifornische Electric Rule 21.

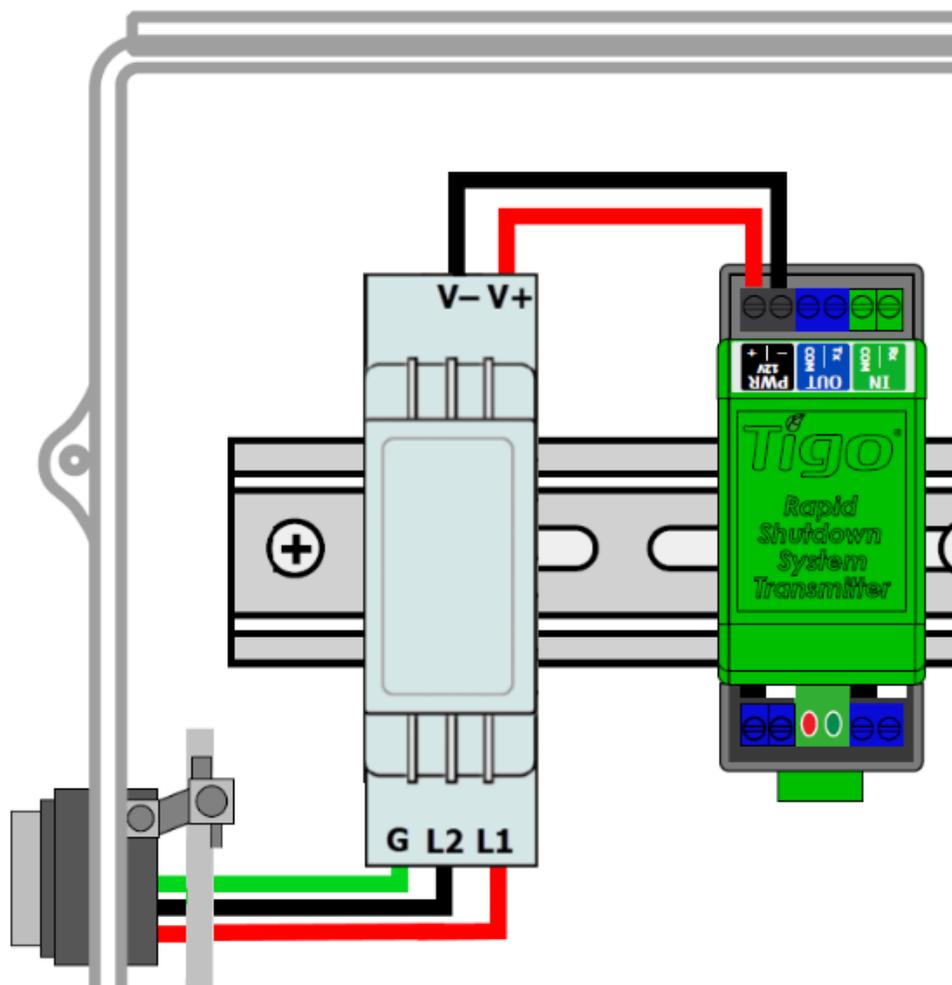
So schließen Sie ein Netzteil mit 120 VAC und 12 VDC/1 A für Wohngebäude an einen Transmitter an:

1. Schalten Sie alle Wechselstromquellen aus.
2. Schließen Sie ein Erdungskabel an den V-Ausgangsanschluss des Netzteils an.
3. AC-Leiter und Drehmoment auf 0,4 Nm anschließen.
4. Verwenden Sie hülsengebundene Leitungen, um den 12-V-Ausgang mit den PWR-Anschlüssen des Senders und ein Drehmoment von 0,4 Nm zu verbinden. Doppellasche die Masse und den 12 V Minusleiter an der Stromversorgung.



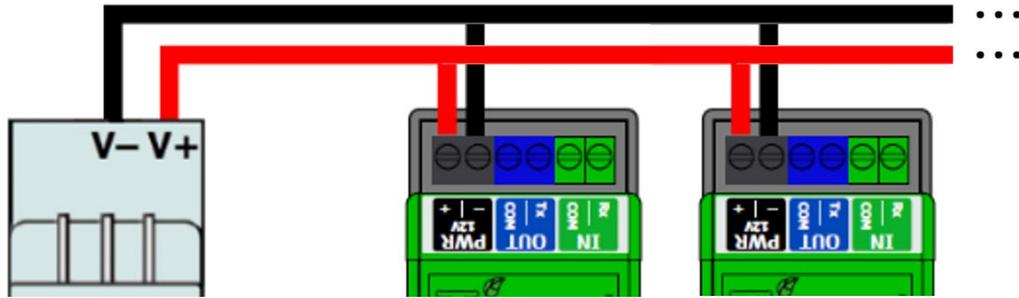
So schließen Sie ein kommerzielles Netzteil mit 480/277 VAC, 12VDC/1A an einen Transmitter an:

1. Schalten Sie alle Wechselstromquellen aus.
2. Schließen Sie die Masse-, L2- und L1-Wechselstromleiter an und stellen Sie ein Drehmoment von 0,4 Nm her.
3. Verwenden Sie hülsengebundene Leitungen, um den 12-V-Ausgang mit den PWR-Anschlüssen des Senders und ein Drehmoment von 0,4 Nm zu verbinden.
4. Wenn Sie mehrere (bis zu zehn) Transmitter innerhalb derselben Gruppe anschließen¹, verwenden Sie parallele Verbindungen mit DIN-Schienenklemmen zwischen allen PWR-Klemmen.



¹ Derzeit nicht UL-zertifiziert für die Verwendung mit mehreren Messumformern.

Verwenden Sie einen AWG-Draht, der dem Abstand zwischen den Sendern entspricht.

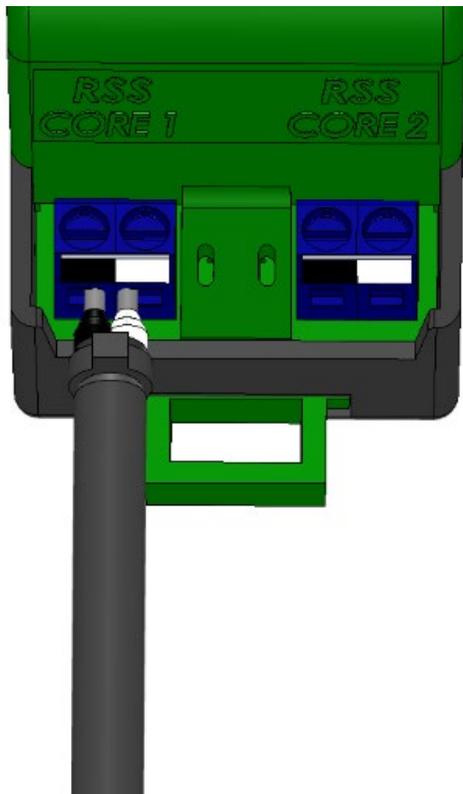


Verbinden eines Kerns

Sie können einen oder zwei Kerne an einen einzigen Sender anschließen.

So schließen Sie einen Kern an den Transmitter an:

1. Stecken Sie den Aderdraht mit einer weißen Aderendhülse in den weißen Aderanschluss des Senders 1 und ziehen Sie ein Drehmoment von 0,4 Nm an.



2. Stecken Sie den Aderdraht mit der schwarzen Aderendhülse in die schwarze Klemme. Drehmoment bis 0,4 Nm.
3. Wiederholen Sie den Vorgang an der *Ausgabe von Core 2* für Anwendungen mit zwei Kernen.



VORSICHT!
Modifizieren oder verlängern Sie nicht die Drähte zwischen einem Transmitter und seinem Kern.

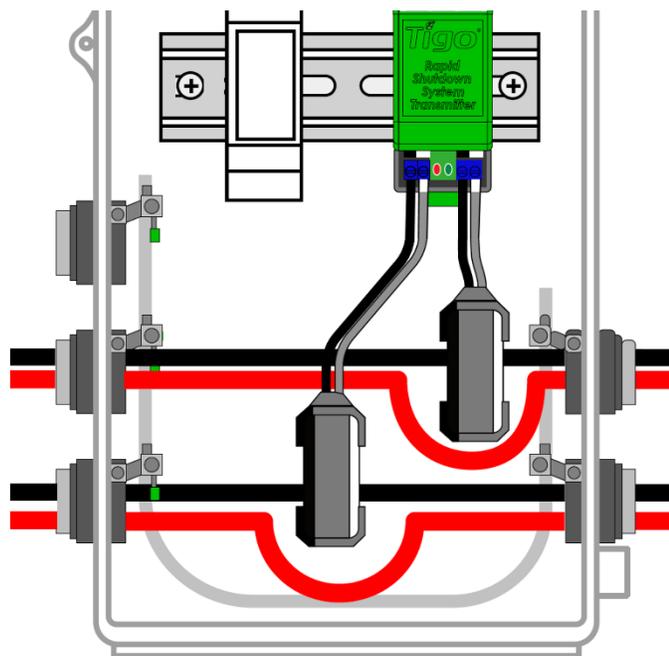
So verlegen Sie PV-Leiter:

1. Verlegen Sie PV-Leiter in das Gehäuse.



VORSICHT!
Falls erforderlich, können positive PV-Leiter bis zu einem Abstand von 1 m (3,3 ft.) außerhalb des Gehäuses verlegt werden. Diese Leiter müssen mindestens 20 cm (8 Zoll) von Leitern entfernt sein, die einen anderen Sender verwenden.

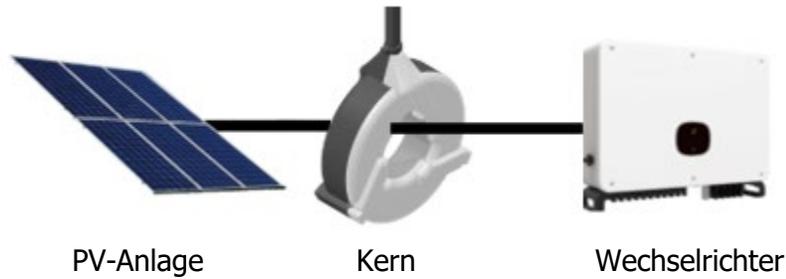
2. Führen Sie bis zu zehn negative Stringleiter durch einen Senderkern.



Zur PV-Anlage

Zum Wechselrichter

Die schwarze Seite des Kerns muss dem PV-Generator zugewandt sein.



Verstärken eines Signals mit zwei Kernen

Zwei Adern können in Reihe geschaltet werden, um das RSS-Signal von einem einzigen Sender zu verstärken. Dies kann bei Homerun-Saiten zwischen 300 m (1000 ft.) und 500 m (1650 ft.) und in anderen Sonderfällen angemessen sein. Wenden Sie sich für [weitere Informationen an](#) Tigo Sales Engineering.



Zur PV-Anlage

Zum Wechselrichter

Signalverkabelung anschließen

Um Signalkabel zwischen mehreren Sendern in einer Gruppe anzuschließen, verwenden Sie ein Kabel mit 14 – 22 AWG. Alle Klemmen auf 0,4 Nm anziehen.

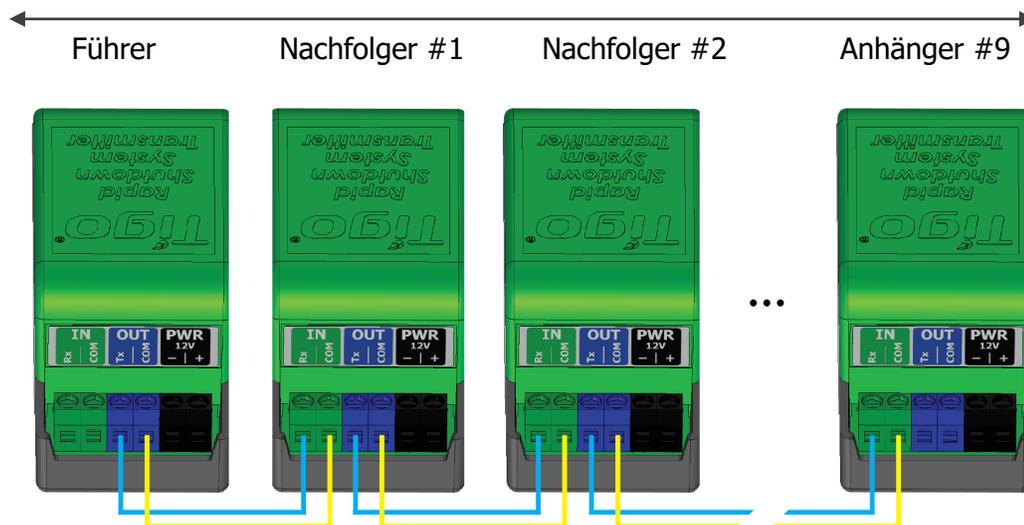
Die maximale Länge des Signalkabels zwischen dem ersten und dem letzten Sender beträgt 30,5 m (100 Fuß).

Der erste Sender in einer Gruppe ist der "Anführer". Nachfolgende Sender sind "Follower".

So verbinden Sie die Signalverkabelung zwischen mehreren Messumformern:

1. Schalten Sie alle Wechselstromquellen aus.
2. Verbinden Sie die *Führungsklemme* OUT Tx mit der *Nachfolgerklemme* IN Rx.
Die führenden IN-Klemmen sollten immer nicht angeschlossen sein.
3. Verbinden Sie die führende *OUT COM-Klemme* mit der Nachfolger-#1 *IN COM-Klemme*.
4. Verbinden Sie die *Follower-OUT-Tx-Klemme* mit der *nächsten* Follower-IN-Rx-Klemme.
5. Verbinden Sie die *Follower-OUT-COM-Klemme* mit der *nächsten* Follower-IN-COM-Klemme.
6. Wiederholen Sie die Verbindungen nach Bedarf.
Die letzten *Follower-OUT-Klemmen* sollten immer getrennt sein.

Die Gesamtlänge des Signalkabels vom ersten bis zum letzten Sender sollte 100 Fuß nicht



VORSICHT! Vergewissern Sie sich, dass Signalkabel (Tx/Rx) niemals mit COM-Klemmen verbunden sind.

Status-LEDs prüfen

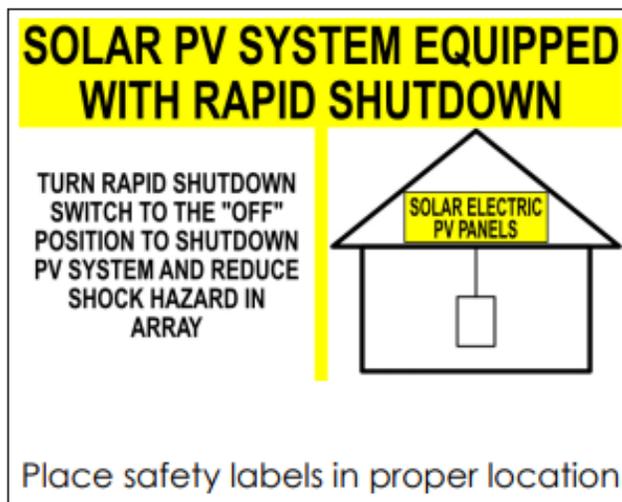
Bei korrekter Verbindung:

- Der Leader-Transmitter zeigt eine durchgehend rote LED und eine blinkende grüne LED an.
- Die LEDs des Follower-Senders blinken gleichzeitig grün und nicht rot.

Lesen Sie den [Abschnitt Test und Fehlerbehebung](#) in diesem Handbuch, wenn die LEDs sonst blinken.

Veröffentlichen eines RSS-Labels

Platzieren Sie nach der Installation von TS4s und Sendern ein RSS-Etikett in einem Abstand von 1 m (3 Fuß) zum RSS-Initiator (siehe NEC 690.12(C)).



Inbetriebnahme und Betrieb

Dieser Abschnitt enthält die folgenden Themen:

- Checkliste für die Inbetriebnahme
- Energize RSS-Transmitter
- Abschalten von RSS-Sendern
- Teilweises Herunterfahren des Standorts

Checkliste für die Inbetriebnahme

Bevor Sie eine Sendergruppe mit Strom versorgen, stellen Sie zunächst sicher, dass alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Alle Solarmodule sind an eine TS4-A-F/2F angeschlossen.
- Die schwarzen Seiten aller RSS-Kerne zeigen zum PV-Generator.

- Durch einen RSS-Kern verlaufen nur negative Leiter.
- Die Grundlänge des PV-Leiters beträgt ≤ 300 m (985 ft.) mit einem Kern oder zwischen 300 m (985 ft.) und 500 m (1650 ft.) mit zwei Adern.
- Die Signalkabel zwischen mehreren Sendern befinden sich zwischen *den OUT-* und *IN-*Anschlüssen an jedem Transmitter und die Verbindungen sind sicher.
- Die Netzteile sind korrekt verdrahtet.
- Alle Rohrbefestigungen sind sicher.
- Die gemessene Sicherheitsspannung des Strings sollte $0,6 \text{ V} \times N$ betragen (N ist die Anzahl der TS4-A-F/2Fs im String), $\pm 0,1 \text{ V} \times \sqrt{N}$. Bei einer Zeichenfolge von **10 TS4-Einheiten** beträgt die erwartete Sicherheitsspannung beispielsweise $0,6 \text{ V} \times 10 = \mathbf{6 \text{ V}}$. Die Fehlerspanne beträgt in diesem Fall $\pm 0,1 \text{ V} \times \sqrt{10} = \mathbf{\pm 0,3 \text{ V}}$. Wenn ein String eine größere oder niedrigere als erwartete Sicherheitsspannung \pm Fehlermarge aufweist, schalten Sie das System aus und beheben Sie das Problem, bevor Sie fortfahren.
- Das PVRSS-Etikett befindet sich innerhalb von 914 mm (3 Fuß) vom Tigo Not-Aus-Schalter oder einer anderen Vorrichtung zur Einleitung der Schnellabschaltung.
- Es gibt einen gemeinsamen systemweiten Initiator/Schalter, der alle Wechselrichter und alle Transmitter gleichzeitig ausschaltet.
- Alle eingebauten Wechselrichter-SPS-Sender, die nicht vom Tigo RSS-System verwendet werden, müssen deaktiviert werden.



VORSICHT!

Alle Sender in einer Gruppe sollten gleichzeitig ein- und ausgeschaltet sein. Eine Möglichkeit, dies zu tun, besteht darin, einen einzelnen AC-Unterbrecher zu installieren, der alle Netzteile der Sendergruppe mit Strom versorgt.

Energize RSS-Transmitter

Für jede Sendergruppe:

1. Schalten Sie alle Sender und/oder Wechselrichter in der Gruppe ein.
2. Überprüfen Sie die Sender-LEDs:
 - Der Leader-Transmitter zeigt eine durchgehend rote LED und eine blinkende grüne LED an.
 - Die LEDs des Follower-Senders blinken gleichzeitig grün und nicht rot.
3. Setzen Sie alle DC-String-Sicherungen ein (falls vorhanden).
4. Schalten Sie alle AC-Schalter für Wechselrichter in der Gruppe ein.
5. Schalten Sie alle DC-Schalter an den Wechselrichtern in der Gruppe ein.

Abschalten von RSS-Sendern

Für jede Sendergruppe:

1. Schalten Sie den AC-Schalter für Transmitter und/oder Wechselrichter in der Gruppe aus.
2. Schalten Sie die AC-Schalter an jedem Wechselrichter in der Gruppe aus.
3. Warten Sie mindestens 30 Sekunden, bis sich die Wechselrichter entladen haben.
4. Schalten Sie die DC-Schalter an den Wechselrichtern in der Gruppe aus.
5. Entfernen Sie die Sicherungen des DC-Strings (falls vorhanden).

Testen und Fehlerbehebung

Die ordnungsgemäße Inbetriebnahme und Optimierung der Standortleistung erfordert gründliche, systematische Tests. Dieser Abschnitt umfasst:

- Vorbereitung der Messtabelle
- Messungen von stromlosen Strings – Sicherheitsspannung
- Angetriebene String-Messungen
- Crosstalk-Messungen
- RSS-Signal-Erkennung

Vorbereitung der Messtabelle

Bereiten Sie eine Tabelle für die Aufzeichnung aller Prüfmessungen vor, die der folgenden ähnelt:

Messungen von stromlosen Strings – Sicherheitsspannung

Ein TS4-A-F/2F, der an ein oder zwei Solarmodule angeschlossen ist, erzeugt eine Sicherheitsspannung von 0,6 V, wenn keine Keep-Alive-Signale vorhanden sind. Die erwartete Sicherheitsspannung eines Strings von TS4 beträgt:

$$\langle \text{Anzahl TS4-A-F/2Fs im String} \rangle \times 0,6 \text{ V}$$

Sicherheitsspannungen prüfen

Stellen Sie vor dem Testen sicher, dass jeder Wechselrichter, MPPT und physische String ordnungsgemäß beschriftet ist, damit er mit den "As Built"-Plannummern übereinstimmt.

So testen Sie die Sicherheitsspannung eines Strings:

1. Schalten Sie alle Transmitter über die SPS aus.
Deaktivieren Sie alle internen SMA-Transmitter gemäß der SMA-Bedienungsanleitung.
2. Schalten Sie die AC- und DC-Seite jedes Wechselrichters aus.
3. Öffnen oder entfernen Sie die Sicherung für jeden Stringeingang zum Wechselrichter.
Wenn der Wechselrichter keine Sicherungen hat, trennen Sie jeden String von den MPPT-Eingängen, um eine direkte Messung zu ermöglichen.
4. Notieren Sie den Wechselrichter #, MPPT #, String # und die erwartete Sicherheitsspannung in der Messtabelle.
5. Messen und notieren Sie die tatsächliche Sicherheitsspannung des Strings in der Messtabelle.
6. Vergleichen Sie die aufgezeichnete Sicherheitsspannung mit der erwarteten Sicherheitsspannung.

Wenn die Spannung des Strings nicht der erwarteten Sicherheitsspannung entspricht, schalten Sie das System aus und beheben Sie das Problem, bevor Sie fortfahren. Zum Beispiel sollte ein System mit **20 TS4-Einheiten** eine Sicherheitsspannung von $20 * 0,6 \text{ V} = \underline{\underline{12 \text{ V}}}$, $\pm \sqrt{20} * 0,1 \text{ V} = \underline{\underline{\pm 0,45 \text{ V}}}$ haben.

Beheben von Fehlern bei der Sicherheitsspannung

Beheben Sie alle in der Tabelle markierten Fehler, bevor Sie mit den Messungen der Stromversorgung fortfahren.

Wenn die gemessene Sicherheitsspannung nicht mit der erwarteten Spannung übereinstimmt, stellen Sie sicher, dass:

- Wenn die gemessene Sicherheitsspannung 0 V beträgt, ist die Sicherung des Strings offen: Der TS4s muss entlastet werden, um 0,6 V zu erzeugen. Stellen Sie sicher, dass alle Sicherungen benachbarter Strings im MPPT offen sind.
- Alle TS4-Eingangskabel werden mit Solarmodulen und nicht mit Strings verbunden.

- Wenn Sie eine TS4-A-2F mit einem einzelnen Solarmodul verwenden, werden die Kabel von Eingang #1 mit dem Modul und die Kabel von Eingang #2 miteinander verbunden.
- TS4-Ausgangskabel sind ordnungsgemäß miteinander verbunden.
- Der String ist ordnungsgemäß gecrimpt und mit dem ersten und letzten TS4 verbunden.

Wenn die gemessene Sicherheitsspannung die erwartete Spannung überschreitet:

- Stellen Sie sicher, dass alle String-Sicherungen offen sind, um sicherzustellen, dass die String-Sicherheitsspannungen nicht parallel zueinander geschaltet werden.
- Bei einer Sicherheitsspannung von $>30\text{ V}$ ist darauf zu achten, dass ein Solarmodul nicht ohne Verwendung eines TS4 direkt an einen String angeschlossen wird.

Angetriebene String-Messungen



VORSICHT!

Beheben Sie alle Probleme mit dem nicht mit Strom versorgten String, bevor Sie das Schnellabschaltssystem einschalten und strombetriebene Messungen durchführen. Das Einschalten eines falsch verdrahteten oder defekten Systems kann zu Schäden an Geräten führen und zum Erlöschen der MLPE- und Wechselrichterгарантиen führen.

Verwenden Sie für strombetriebene String-Messungen ein Voltmeter mit einer Nennleistung von 1.000 V für gewerbliche Dachinstallationen und eine Nennspannung von 1.500 V für gewerbliche Freiflächeninstallationen.

Messung der Leerlaufspannung (VOC)

Verwenden Sie VOC-Messungen, um den ordnungsgemäßen Betrieb zu überprüfen. Bestrahlungsstärke und Temperatur haben einen großen Einfluss auf die Ergebnisse. Die Messung der VOC eines Solarmoduls, das zum Zeitpunkt der Prüfung von einem TS4 getrennt ist, ist genauer als die Verwendung der VOC-Bewertung des Moduls aus einem Datenblatt. Es ist auch nützlich, den durchschnittlichen VOC-Wert des Moduls aus einer Reihe von Modulen zu nehmen.

Der erwartete VOC einer Zeichenfolge lautet:

$\langle \text{Anzahl der Module im String} \rangle \times \langle \text{die VOC-Messung oder -Bewertung eines einzelnen Moduls} \rangle$

So richten Sie die VOC-Messung ein:

1. Öffnen Sie alle String-Sicherungen aller MPPTs für alle Wechselrichter.
Wenn keine Sicherungen vorhanden sind, stellen Sie sicher, dass alle Strings beschriftet sind, und trennen Sie sie von allen Wechselrichtern.
2. Schalten Sie die Gleichstromseite eines Wechselrichters ein.
3. Schalten Sie den/die RSS-Sender des Wechselrichters ein, indem Sie den AC-Initiator aktivieren oder die AC-Seite des Wechselrichters einschalten.

Wechselrichter beziehen in den ersten Minuten nach Inbetriebnahme keinen Strom von einem MPPT.

4. Wenn der Wechselrichter mit der Stromerzeugung beginnt, starten Sie die Wechselstromseite des Wechselrichters neu, bis alle VOC-Messungen abgeschlossen sind.
Die Leerlaufspannung (VOC) kann nur gemessen werden, bevor der Wechselrichter mit der Stromerzeugung beginnt.

So messen Sie String-VOC:

1. Wenn eine Sicherung abgesichert ist, schließen Sie eine String-Sicherung pro MPPT und messen Sie den String-VOC an der Sicherungsklemme.
Wenn er nicht abgesichert ist, schließen Sie einen Y-Abzweigverbinder an den MPPT an und messen Sie den VOC-Wert des Strings am freien Y-Abzweig-Eingang.
Messen Sie die Spannung mit der negativen Voltmetersonde, die an der Minusklemme befestigt ist, um die Polarität zu überprüfen.
2. Zeichnen Sie den Wechselrichter, MPPT #, String #, die Anzahl der Solarmodule und den gemessenen VOC auf.
Beachten Sie, ob die VOC negativ oder positiv ist.
3. Schalten Sie die AC-Seite des Wechselrichters aus, um die Verzögerung der Stromerzeugung neu zu starten.
4. Öffnen Sie die Sicherung, die geschlossen wurde, und schließen Sie dann die nächste String-Sicherung im MPPT.
5. Schalten Sie die AC-Seite des Wechselrichters ein.
6. Wiederholen Sie diesen Vorgang, bis alle Wechselrichterstrings gemessen und aufgezeichnet sind.
7. Schalten Sie die AC-Seite des Wechselrichters aus und wiederholen Sie den Vorgang mit den restlichen Wechselrichtern.

So ermitteln Sie problematische VOC-Messungen:

1. Prüfen Sie, ob negative VOC-Messungen vorliegen, und markieren Sie diese als Fehler.
2. Vergleichen Sie für jeden Wechselrichter die Maße von Strings mit der gleichen Anzahl von Solarmodulen.
Wenn die Strings unterschiedliche Solarmodulzahlen haben, bestimmen Sie den V_{oc} pro Modul und multiplizieren Sie diesen mit der typischen Anzahl der Solarmodule.
3. Identifizieren Sie unter Berücksichtigung unterschiedlicher Temperatur- und Lichtbedingungen bei der Messung der Strings Strings, die signifikant unterschiedliche Messungen aufweisen, und markieren Sie sie als Fehler.

Die gleichzeitige Untersuchung eines Wechselrichters begrenzt Zeit- und Temperaturunterschiede zwischen String-VOC-Messungen.

Beheben von VOC-Fehlern

1. Wenn der VOC-Wert 0 V beträgt, stellen Sie sicher, dass die Sicherung nicht durchgebrannt und geschlossen ist.
2. Wenn die VOC-Messung negativ ist, schneiden Sie die Steckverbinder ab und crimpen Sie sie mit der entgegengesetzten Polarität erneut.
3. Wenn der VOC-Gehalt höher als erwartet ist:
 - Stellen Sie sicher, dass alle anderen Strings, die mit dem MPPT verbunden sind, offene Sicherungen haben oder getrennt sind, damit der VOC eines Strings von parallelen Strings isoliert ist.
 - Zählen Sie die Solarmodule in der Zeichenfolge und stellen Sie sicher, dass sie mit dem As-Built-Plan übereinstimmen. Aktualisieren Sie den Plan bei Bedarf.
4. Wenn der VOC-Gehalt niedriger ist als erwartet:
 1. Überprüfen Sie, ob die TS4-zu-Modul-Verbindungen korrekt sind.
 2. Wenn Sie eine TS4-A-2F mit einem einzelnen Solarmodul verwenden, stellen Sie sicher, dass die Kabel von Eingang #1 mit dem Modul und die Kabel von Eingang #2 miteinander verbunden sind.
 3. Testen und ersetzen Sie jeden TS4 nach Bedarf.

Falsch angeschlossene TS4s, die eingeschaltet wurden, können beschädigt werden. Weitere Informationen finden Sie im Hilfe-Center-Artikel [Testmethoden für Tigo Flex MLPE-Systeme](#) .

Aktuelle Richtung testen



VORSICHT!

Messen und beheben Sie alle VOC-Fehler, bevor Sie mit den Strommessungen fortfahren. Die VOC-Polarität muss korrekt sein, bevor die Stromrichtung gemessen wird.

Testen Sie, ob alle Strings die gleiche Polarität haben. Ein umgekehrter Strom kann auf eine unsachgemäße Verkabelung, beschädigte TS4s, nicht übereinstimmende Solarmodule, schlechte RSS-Signalstärke, Übersprechen usw. hinweisen.

So testen Sie die Stromrichtung:

1. Schalten Sie die AC- und DC-Seite des Wechselrichters aus und schalten Sie alle Transmitter über die SPS aus.
2. Schließen Sie alle String-Sicherungen.
3. Schalten Sie den Wechselrichter auf der AC- und DC-Seite ein und schalten Sie den Sender ein.
4. Warten Sie, bis der Wechselrichter mit der Stromerzeugung beginnt.

5. Klemmen Sie ein Ampere-/Strommessgerät an eine positive Homerun-Schnur, wobei das Display vom Wechselrichter weg zeigt.
Stellen Sie sicher, dass das Strommessgerät für jeden String konsistent mit der gleichen Ausrichtung geklemmt ist.
6. Messen und protokollieren Sie den gemessenen Strom in der Messtabelle.
Notieren Sie, ob der Strom positiv oder negativ ist.
7. Wenn alle Messungen abgeschlossen sind, schalten Sie die AC- und DC-Seite des Wechselrichters aus.

Die Messungen sollten alle in Polarität und Größe ähnlich sein. Wenn 5 Zeichenfolgen 10 A und eine 5 A anzeigen, markieren Sie dies als Fehler. Wenn ein String einen negativen Strom anzeigt, markieren Sie dies als Strompolaritätsfehler.

Beheben von Fehlern in der aktuellen Richtung

1. Stellen Sie sicher, dass nur ein RSS-Sender ein RSS-Signal erzeugt, indem Sie alle anderen Sender ausschalten.
Wenn das Problem dadurch behoben wird, stellen Sie sicher, dass sich positive und negative Stringleiter innerhalb von 2,54 cm (1 Zoll) voneinander befinden. Ein Homerun-Leiter muss benachbarte TS4-Ausgangskabel sein, da sie miteinander verkettet sind.
2. Messen Sie mit einer tragbaren Temperaturpistole die Temperatur eines TS4, der sich in der Nähe eines nahen Strings befindet, der keinen Rückstrom hat.
3. Messen Sie anhand dieser Temperatur die Temperatur jedes TS4 in der Saite mit Rückstrom.
4. Ersetzen Sie alle TS4s, die eine deutlich höhere Temperatur haben.
5. Prüfen Sie mit dem [RSS-Signaldetektor](#), ob an jedem TS4 ein Signal vorhanden ist.

Falls nicht vorhanden:

- Stellen Sie sicher, dass die Senderspannung 12 V beträgt.
- Überprüfen Sie die Polarität der Kerne.
- Wenn die Homerun-Länge mehr als 300 m und weniger als 500 m beträgt, verwenden Sie zwei Kerne.
- Stellen Sie sicher, dass positive und negative Stringleiter innerhalb von 2,54 cm (1 Zoll) voneinander entfernt sind. Ein Homerun-Leiter muss benachbarte TS4-Ausgangskabel sein, da sie miteinander verkettet sind.

Crosstalk-Messungen

Übersprechen kann die von einem TS4-A-F/2F empfangenen Keep-Alive-Signale stören. Übersprechen sollte immer behoben werden, um das Risiko eines erheblichen Stromausfalls zu minimieren, insbesondere wenn ein oder mehrere Sender in einer Anlage nicht mit den anderen synchronisiert sind. Weitere Informationen zu dieser Art von Interferenz finden Sie in [Anhang A – Übersprechen](#).

Die Auswirkungen des Übersprechens variieren zu verschiedenen Tageszeiten. Zeigt die Wechselrichterüberwachung abrupte Leistungsschwankungen, ist dies wahrscheinlich ein Symptom für Übersprechen.

Sie können parallel zu VOC-Tests auf Übersprechen testen.

Test auf Übersprechen

So testen Sie auf Übersprechen mit Messumformern, die direkt vom Wechselrichter gespeist werden:

1. Schalten Sie alle RSS-Sender aus, schließen Sie alle DC-Sicherungen (falls verwendet) und schalten Sie die DC-Seite aller Wechselrichter ein.
Dadurch werden alle RSS-Sender ausgeschaltet. Wenn kein Übersprechen vorhanden ist, erzeugt TS4s eine Sicherheitsspannung, die vom Wechselrichter auf 0 V kurzgeschlossen wird.
2. Schalten Sie einen der RSS-Sender ein.
3. Überprüfen Sie die MPPT-Spannung (entweder VOC oder VMP) auf Zeichenfolgen, die ein RSS-Signal haben sollten, um den ordnungsgemäßen Betrieb zu überprüfen.

Es kann mehrere Minuten dauern, bis ein Wechselrichter den MPPT scannt und mit der Stromerzeugung beginnt.

4. Um den Vorgang zu beschleunigen, überprüfen Sie die Stromproduktion des Wechselrichters.
 - Wenn es 0 kW ist, wechseln Sie zum nächsten Wechselrichter.
 - Wenn es sich um >0 kW handelt, suchen Sie nach den MPPTs, die Strom erzeugen, und grenzen Sie die Suche dann auf die Stromerzeugung einzelner Strings ein, indem Sie VMP messen.

Den Wechselrichtern muss Zeit eingeräumt werden, um ihre MPPTs zu scannen. Es ist vorzuziehen, diesen Test durchzuführen, wenn die Solarmodule genügend Strom erzeugen können, damit der Wechselrichter Strom erzeugen kann.

5. Messen Sie die Spannung jedes MPPT in Wechselrichtern mit nicht mit Strom versorgten Sendern.

Wenn eine messbare Spannung vorhanden ist, markieren Sie den Quell- und Zielwechselrichter #s und MPPT #s in der Fehlerspalte der Messtabelle als Übersprechen gekennzeichnet.

6. Schalten Sie die AC-Seite des Wechselrichters samt RSS-Sender aus und schalten Sie dann die AC-Seite des nächsten Wechselrichters in der Sequenz mit dem zugehörigen RSS-Sender ein.

Stellen Sie sicher, dass jeweils nur ein Wechselrichter die AC-Seite und den Sender eingeschaltet hat.

7. Wiederholen Sie den Vorgang, bis alle Saiten getestet sind.

So testen Sie auf Übersprechen mit Sendern, die unabhängig vom Wechselrichter mit Strom versorgt werden:

1. Schalten Sie die AC-Seite aller Wechselrichter ein, schließen Sie alle DC-Sicherungen (falls verwendet) und schalten Sie die DC-Seite aller Wechselrichter ein.
2. Schalten Sie einen einzelnen Sender für den ersten Wechselrichter ein.
3. Überprüfen Sie die MPPT-Spannungen (entweder Voc oder VMP) auf Zeichenfolgen, die ein RSS-Signal haben sollten, um den ordnungsgemäßen Betrieb zu überprüfen.
4. Es kann mehrere Minuten dauern, bis ein Wechselrichter den MPPT scannt und mit der Stromerzeugung beginnt.
5. Messen Sie die Spannung jedes MPPT in Wechselrichtern mit nicht mit Strom versorgten Sendern.

Liegt eine messbare Spannung an, notieren Sie den Quell- und Zielwechselrichter #s, MPPT # als Übersprechen in der Fehlerspalte der Messtabelle. Dies kann über ein Display für die Stromerzeugung, einen Access Point oder eine Cloud-basierte Website erfolgen.

6. Um den Vorgang zu beschleunigen, überprüfen Sie die Stromproduktion des Wechselrichters.

Wenn es 0 kW ist, wechseln Sie zum nächsten Wechselrichter. Wenn es sich um >0 kW handelt, suchen Sie nach den MPPTs, die Strom erzeugen, und dann nach der String-Stromerzeugung.

Beachten Sie, dass den Wechselrichtern Zeit eingeräumt werden muss, um ihre MPPTs zu scannen. Es ist vorzuziehen, diesen Test durchzuführen, wenn die Solarmodule genügend Strom erzeugen können, damit der Wechselrichter Strom erzeugen kann.

Es ist auch möglich, dass das Übersprechen von Sender A den Wechselrichter B beeinflusst, während Sender B den Wechselrichter A nicht beeinflusst.

7. Schalten Sie den RSS-Sender aus und schalten Sie den nächsten RSS-Sender in der Sequenz ein.

Stellen Sie sicher, dass jeweils nur ein Sender mit Strom versorgt wird.

8. Wiederholen Sie den Vorgang, bis alle Saiten getestet sind.

Beheben von Übersprechproblemen

1. Überprüfen Sie, ob alle RSS-Sender-Kerne:
 - Lassen Sie nur den negativen Homerun-Leiter durch sie hindurchgehen.
 - Sie sind richtig ausgerichtet, wobei die weiße Seite zum Wechselrichter und die schwarze Seite zum Array zeigt.
 - Achten Sie auf korrekte Kabelverbindungen an der Unterseite des Senders, wobei der weiße Stift mit der weißen Klemme und der schwarze Stift mit der schwarzen Klemme verbunden ist.

2. Überprüfen Sie die Zeichenfolgen:
 - <300 m lange haben nur einen Senderkern, der sie antreibt.
 - >300 m und <500 m Länge haben zwei richtig ausgerichtete Kerne.
 - Keine Saite ist länger als 500 m.
3. Passen Sie das Layout der einzelnen Zeichenfolgen so an, dass:
 - Positive und negative Homerun-Leiter befinden sich immer innerhalb von 2,54 cm (1 Zoll) voneinander. Ein Homerun-Leiter muss benachbarte TS4-Ausgangskabel sein, da sie miteinander verkettet sind.
 - Homerun-Dirigenten bilden keine große Schleife.
 - Conduits enthalten keine Homeruns von verschiedenen Sendern.
 - Leiter, die von verschiedenen Sendern gespeist werden, sind mindestens 200 mm (8 Zoll) breit. auseinander.
 - Überschüssiger Homerun-Draht wird gekürzt und nicht gespult oder zu einem Stapel aufgewickelt.
4. Wenn Sender A Wechselrichter B zur Stromerzeugung veranlasst, reduzieren Sie die Eingangsspannung von Sender A. Wenn das Übersprechen auf Wechselrichter B verschwindet, überprüfen Sie die Signalstärke jedes TS4, der mit Wechselrichter A verbunden ist, um sicherzustellen, dass es keine Probleme mit der Signalstärke gibt.

Beheben von Senderfehlern

RSS-Transmitter verwenden die Tigo Pure Signal-Technologie™, um das Übersprechen zu verringern, indem RSS-Signale so synchronisiert werden, dass die Signalstärke verbessert wird.

Überprüfen Sie sorgfältig, ob alle Transmitter gemäß dem Abschnitt "[Signalverkabelung verbinden](#)" in diesem Handbuch korrekt angeschlossen sind. Wenn die Probleme weiterhin bestehen, besuchen Sie das Tigo [Help Center](#).

RSS-Signal-Erkennung

Sie können die Stärke von RSS-Keep-Alive-Signalen mit dem Tigo RSS-Signaldetektor (Tigo Part #400-00900-00) überprüfen, der ein RSS-Signal bei einem Homerun, an einem Senderkern oder an einem TS4 erkennt.

So überprüfen Sie, ob ein RSS-Signal vorhanden ist:

1. Schalten Sie den Detektor ein.
2. Platzieren Sie den Sensorbereich des Detektors innerhalb von 5 cm (2 Zoll) von einem TS4.
 - Wenn der Melder ein Keep-Alive-Signal am TS4 erkennt, wechselt die LED von blau auf gelb und gibt einen akustischen Alarm aus.
 - Wenn kein Signal erkannt wird, bleibt die LED blau und es ist kein Ton zu hören.

Leistungsbeschreibung

Laden Sie umfassende Spezifikationen für alle Tigo-Produkte von der Seite [Tigoenergy.com Downloads](https://www.tigoenergy.com/downloads) (www.tigoenergy.com/downloads) herunter.

Garantie

Laden Sie umfassende Garantieinformationen von der Seite [Tigoenergy.com Downloads](https://www.tigoenergy.com/downloads) (www.tigoenergy.com/downloads) herunter.

Unterstützen

Wenn Sie Fragen zur Installation von Tigo-Produkten haben, nachdem Sie die in diesem Handbuch aufgeführten Schritte ausgeführt haben, besuchen Sie das [Tigo Help Center](#). Wenn Sie ein Support-Ticket öffnen, geben Sie die folgenden Informationen an:

- Eine Zusammenfassung der Tests, die Sie durchgeführt haben
- Systemname oder -ID, Besitzer, Adresse und Installationsprogramm
- Seriennummer(n) der betroffenen MLPE/Sender.
- Anzahl der Strings pro Wechselrichter MPPT
- Anzahl der Module pro String
- Länge jedes Strings vom positiven bis zum negativen Homerun am Wechselrichter
- Falls verfügbar, Wechselrichterproduktion, Strom- und Spannungsdiagramme

Wenn ein TS4 oder Transmitter beschädigt erscheint, machen Sie bitte Fotos von dem Gerät, das Schäden und eine gut lesbare Seriennummer zeigt.

Wenn ein Problem weiterhin besteht, wenden Sie sich bitte an ein Tigo-Vertriebsteam:

Australien	+61 413 251-081
China	+86 512 6587-4600
Europa WhatsApp (Englisch, Italienisch, Spanisch)	+39 342 67 92 285
Japan	+81 3 4567-6199
Naher Osten WhatsApp (Englisch, Hebräisch)	+972 50 687-8618
Nordamerika	+1 480 402-0802 Durchwahl 4
Südamerika	+55 21-991045050
Taiwan	+866 919 743-749

Anhang A – Übersprechen

Was ist Crosstalk?

Übersprechen ist ein Phänomen, bei dem Signale zwischen Kabeln oder Drähten unerwünscht übertragen werden. Übersprechen kann in jeder PV-Anlage, die Power-Line-Kommunikation (SPS) verwendet, Probleme verursachen. TS4s verlassen sich auf das Fehlen von Keep-Alive-Signalen, die von einem RSS-Sender über eine SPS gesendet werden, um eine schnelle Abschaltreaktion einzuleiten. Wenn das RSS-Signal durch Übersprechen beeinträchtigt wird, wird die Stromerzeugung beeinträchtigt, wenn bestimmte TS4 das Keep-Alive-Signal verpassen und keine Strom mehr produzieren. Oder ein TS4, der abgeschaltet werden soll, kann durch Übersprechen eingeschaltet werden.

Was verursacht Übersprechen?

Elektrische Signale, die durch Drähte, Abzweigungen oder Hardware geleitet werden, erzeugen elektromagnetische Felder. Diese Felder können elektromagnetische Störungen (EMI) von anderen signalemittierenden Quellen erzeugen und/oder sind anfällig dafür. Diese Art von Interferenz kann ein RSS-Signal entweder verstärken oder aufheben.

Wenn Übersprechen vorhanden ist, kommt und geht es zu verschiedenen Zeiten während der Stromerzeugung. Die Wahrscheinlichkeit eines Übersprechens steigt mit der Anzahl der installierten RSS-Sender an der Solaranlage.

Es gibt drei verschiedene Arten von Übersprechen:

- Induktiv – Separate, konkurrierende Homeruns liegen sehr nahe beieinander, und ihre jeweiligen Magnetfelder induzieren einen Strom im benachbarten Homerun. Die Länge des Homeruns beeinflusst die Übersprechexposition. Zwei Homeruns im Abstand von 3 cm für 1 m haben eine weitaus geringere Wirkung als die gleichen Homeruns über 100 m mit einem Abstand von 3 cm.
- Kapazitiv – Separate Homeruns sind weiter voneinander entfernt, und ihre jeweiligen elektrischen Felder induzieren eine sich ändernde Spannung in ihrem benachbarten Homerun. Dies ist in der Regel nicht so wichtig wie induktives Übersprechen.
- Hochfrequenz (RF) – Wenn der Homerun eines Strings eine große Schleife bildet, wird er zu einer effektiven Sende- und Empfangsantenne. Dies kann zu Übersprechen über größere Entfernungen führen. Diese Art des Übersprechens ist signifikant, aber auch am einfachsten zu entschärfen.