

Steca Tarom MPPT 6000, 6000-M

Der Steca Tarom MPPT Solarladeregler setzt neue Maßstäbe im Bereich großer Maximum Power Point Tracker. Ein herausragender Wirkungsgrad in Verbindung mit einmaligen Schutzfunktionen machen ihn zu einem universellen Spitzenladeregler.

Es stehen zwei Eingänge zur Verfügung, die wahlweise parallel geschaltet oder getrennt verwendet werden können. Jeder Eingang verfügt über einen eigenen MPP-Tracker. So stehen zwei Laderegler in einem Gerät zur Verfügung. Unterschiedliche Modulfelder sind in einem Laderegler flexibel kombinierbar.

Mit einem Eingangsspannungsbereich bis 200 V können alle Arten von Solarmodulen in unterschiedlichen Verschaltungen verwendet werden. So vereint dieser Laderegler höchste Flexibilität mit maximalem Ertrag und professioneller Batteriepflege in ansprechendem Design auf der Basis modernster Technologie.

Produktmerkmale

- Zwei unabhängige Maximum Power Point Tracker (MPP-Tracker)
- Zwei Eingänge (wahlweise parallelschaltbar oder getrennt verwendbar für zwei separate Modulfelder)
- Robustes Metallgehäuse
- Vollwertiger integrierter Datenlogger für Energiewerte bis 20 Jahre
- Micro SD-Karte für Datenlogger aller Minutenwerte (nur 6000-M)
- Spannungs- und Stromregelung
- PWM-Regelung
- Temperaturkompensation
- Monatliche Wartungsladung
- Drei konfigurierbare Hilfskontakte (nur 6000-M)
- Ladeschlussspannungen einstellbar
- Akkutyp: Bleibatterie Gel / flüssig (bei 6000-M zudem Li-, NiCd- und NiMH-Batterien)
- Integrierter, automatischer Modulschalter
- 36 V- und 60 V-Batterien können mit speziellen Einstellungen in der Experten-Menüebene geladen werden

Elektronische Schutzfunktionen

- Überladeschutz
- Verpolschutz von Modul und Batterie
- Automatische elektronische Sicherung
- Leerlaufschutz ohne Batterie
- Rückstromschutz bei Nacht
- Übertemperatur- und Überlastschutz
- PE-Anschluss

Anzeigen

- Multifunktions-Grafik-LCD-Display mit Hintergrundbeleuchtung
- Konfiguration über Anzeigeeinheit

Schnittstellen für den Steca Tarom MPPT 6000-M

- StecaLink Bus
- Offene Steca RS232-Schnittstelle
- Anschluss für Batterie-Notaus-Signal (optional und nur für Verwendung mit Lithium-Ionen-Batterien)

Optionen

- Externer Temperatursensor (beim 6000-M im Lieferumfang enthalten)
- Anschluss für Batteriespannungsfühlerleitung

Zertifikate

- CE-konform
- RoHS-konform
- Made in Germany
- Entwickelt in Deutschland
- Hergestellt unter ISO 9001 und ISO 14001



Steca PA T5-S
Externer
Temperatursensor



nur für 6000-M:
Steca PA CAB2 Tarcom
Datenkabel

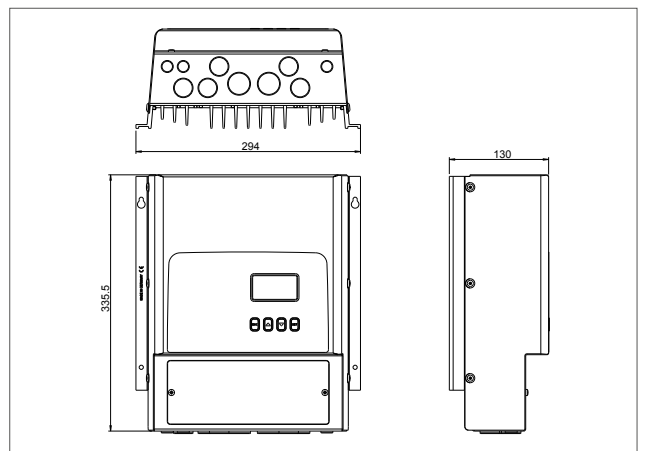
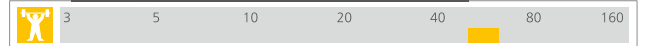
Einsatzbereiche:



ADVANCED



60 A



MPPT 6000 / MPPT 6000-M	
Charakterisierung des Betriebsverhaltens	
Systemspannung	12 V / 24 V / 48 V
Nennleistung	900 W / 1.800 W / 3.600 W
Max. DC-DC-Wirkungsgrad	99,4 % ($U_{\text{Batt}}=48 \text{ V}$; $U_{\text{in}}=70 \text{ V}$; $P=0,65 \cdot P_{\text{nom}}$)
Europäischer Wirkungsgrad	96,6 % ($U_{\text{Batt}}=24 \text{ V}$; $U_{\text{in}}=30 \text{ V}$) 98,9 % ($U_{\text{Batt}}=48 \text{ V}$; $U_{\text{in}}=70 \text{ V}$)
Europäischer Wirkungsgrad (gewichtet über alle U_{Batt} und U_{in})	96,4 %
Statischer MPP Wirkungsgrad	99,9 % (DIN EN 50530)
Dynamischer MPP Wirkungsgrad	99,8 % (DIN EN 50530)
Gewichteter REW (Realistic Equally Weighted efficiency)	94,8 %
Eigenverbrauch	< 1 W
DC-Eingangsseite	
Min. MPP-Spannung / Eingang	17 V / 28 V / 56 V
Max. MPP-Spannung / Eingang	180 V
Min. Leerlaufspannung Solarmodul / Eingang (bei minimaler Betriebstemperatur)	20 V / 40 V / 80 V
Max. Leerlaufspannung Solarmodul / Eingang (bei minimaler Betriebstemperatur)	200 V
Modulstrom	2 x 30 A / 1 x 60 A
Batterieseite	
Ladestrom	60 A
Ladeendspannung	14,1 V / 28,2 V / 56,4 V
Boostladespannung	14,4 V / 28,8 V / 57,6 V
Ausgleichsladung	15 V / 30 V / 60 V
Eingestellter Akkutyp	flüssig (einstellbar über Menü)
Einsatzbedingungen	
Umgebungstemperatur	-25 °C ... +50 °C
Ausstattung und Ausführung	
Anschlussklemmen (feindrähtig)	35 mm ² - AWG 2
Schutzart	IP 31
Abmessungen (X x Y x Z)	295 x 335 x 125 mm
Gewicht	ca. 6.300 g

programmierbar

Technische Daten bei 25 °C / 77 °F

GEWINNER BEIM INNOVATIONSPREIS 2014

1. Platz beim Symposium für Photovoltaische Solarenergie in Bad Staffelstein

Steca Tarom MPPT 6000-M mit Otti-Innovationspreis 2014 ausgezeichnet

Der innovative Steca Tarom MPPT 6000-M gibt eine Antwort auf den momentanen Technologiewandel in der Photovoltaik. Durch die Reduktion der Modulpreise und der Einspeisevergütung nimmt die Attraktivität autarker Anlagen sowie Eigenverbrauchsanlagen deutlich zu. Für diese Anwendungen ist der MPPT-Laderegler besonders gut geeignet. Auch die aufstrebenden Lithium-Ionen-Batterien stellen neue Anforderungen an die Ladetechnik, welche der Steca Tarom MPPT 6000-M schon jetzt beantwortet.

Die Innovation überzeugte die Fachjury durch ihre herausragenden Vorteile. Mit 3,6 kW eignet sich das Gerät für alle Lithium-Ionen-Batterien. Neben den komplexen Ladealgorithmen zeichnet sich der Laderegler durch Batterie-Diagnosen, einen Langzeit-Datenlogger, Schnittstellen und den hohen Wirkungsgrad aus.



Funktionsübersicht:

	Tarom MPPT 6000	Tarom MPPT 6000-M
Vollwertiger integrierter Datenlogger für 20 Jahre Datenaufzeichnung	✓	✓
Buzzer für Alarme	✓	✓
Drei konfigurierbare Hilfskontakte für... <ul style="list-style-type: none"> • ... programmierbaren Tiefentladeschutz (LVD) • ... Generator-/Überschussmanager • ... automatische Schaltfunktionen (Morgen, Abend, Nacht) • ... vier Timer 		✓ ✓ ✓ ✓
Einzigartige Ladestrategie für Lithium-Ionen-Batterien		✓
Innovative Ladestrategie für NiCd-Batterien		✓
Bestimmung des Gesundheitszustands (SOH) im laufenden Betrieb		✓
Optimierter SOC-Algorithmus		✓
IUIa-Ladung zur Erhöhung der Batteriekapazität (optional)		✓



Revolutionäre und innovative Algorithmen für Blei-Batterien

Ladezustand (SOC)

Der Steca Tarom MPPT 6000-M verfügt über einen neuartigen, hochflexiblen Algorithmus zur präzisen Berechnung des Ladezustands (SOC). Dieser passt sich automatisch der Batterie und dem Nutzerverhalten an. So ist jederzeit eine gute Beurteilung des aktuellen Batteriezustandes möglich.

Gesundheitszustand (SOH)

Der Steca Tarom MPPT 6000-M verfügt über einen völlig neuartigen und professionellen Gesundheitszustands (SOH), mit dem die tatsächliche Kapazität der Batterie bestimmt werden kann. Nach dieser Messung kann eine Aussage über die Alterung der Batterie gemacht werden.

Diese revolutionäre Neuentwicklung bietet weiterführende Kontrollmöglichkeiten für Nutzer, Betreiber und Hersteller – z. B. für die Vergabe von Batterie-Garantien basierend auf dem SOH.

IUIa-Ladung

In Abhängigkeit des Batterietyps und -zustands kann die Batteriekapazität durch eine Konstantstrom-Ladephase nach der Vollladung (IUIa-Ladung) um bis zu 20 Prozent erhöht werden. Diese Funktionalität steht nun im Steca Tarom MPPT 6000-M erstmals auch für autarke PV-Anlagen zur Verfügung und rundet das innovative Paket ab.



Professionelle Ladestrategie für alle Lithium-Ionen-Batterien

Der Steca Tarom MPPT 6000-M bietet als erster MPPT-Laderegler die Möglichkeit, auch Lithium-Ionen-Batterien professionell mit PV-Strom zu laden. Bereits in der Entwicklung wurden die neuesten Forschungsergebnisse in diesem Gebiet mit einbezogen. Dazu wurde eng mit namhaften, internationalen Forschungsinstituten zusammengearbeitet. Eine eigens entwickelte Ladestrategie ist über eine Vielzahl von Parametern perfekt an alle verfügbaren Lithium-Chemien anpassbar.



Professionelle Ladung von NiCd-Batterien

Mit dem innovativen Steca Tarom MPPT 6000-M können auch alkalische Batterien wie NiCd- oder NiMh-Batterien geladen werden. Dafür steht eine professionelle, parametrisierbare Ladekennlinie zur Verfügung. Diese kann auf die speziellen Batterie- und Systemvoraussetzungen angepasst werden. Gerade für professionelle Anwendungen eröffnet diese Ladestrategie völlig neue Möglichkeiten.



**Mehr Effizienz. Mehr Flexibilität. Mehr Komfort.
Weniger Geräte. Weniger Module. Weniger Kosten.**

An der richtigen Stelle sparen mit dem Steca Tarom MPPT

Der Steca Tarom MPPT bietet durch seine innovativen Funktionen nicht nur mehr Effizienz, Flexibilität und Komfort, sondern hilft auch konkret dabei, unnötige Kosten bei der Planung, Umsetzung und im laufenden Betrieb einer PV-Anlage zu vermeiden.

Sparen Sie sich zusätzliche Geräte!

... dank mehr Flexibilität aufgrund des weiten Eingangsspannungsbereichs

Der Steca Tarom MPPT verfügt über einen weiten Eingangsspannungsbereich, der eine große Flexibilität in der Auswahl der Module erlaubt. Der gesamte Eingangsspannungsbereich bis 200 V kann sowohl für 12 V-, als auch für 24 V- und 48 V-Batterien genutzt werden.

... dank zwei separaten Eingängen

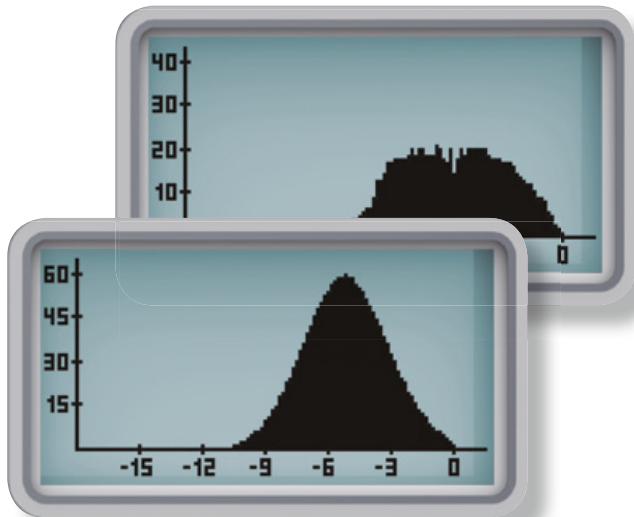
Zwei Eingänge mit jeweils unabhängigem MPP-Tracking in einem Laderegler bieten mehr Möglichkeiten in der Anlagenplanung. So können beim Steca Tarom MPPT nicht nur die Modultypen je Eingang variiert werden, sondern auch die Verschaltungen. Kombinieren Sie Reihen- und Parallelschaltung ganz einfach in einer Anlage dank dem universell und flexibel einsetzbaren Steca Tarom MPPT. Auf eine externe Modul-Verschaltungsbox kann verzichtet werden, da alle Modulstrings direkt am Laderegler angeschlossen werden können. Dies spart deutliche Kosten bei der Installation.

...dank zwei Maximum Power Point Trackern (MPPT)

Die zwei separaten Maximum Power Point Tracker bieten den Vorteil, dass mit nur einem einzigen Steca Tarom MPPT Laderegler unterschiedliche Modultypen verwendet werden können. Auch Restbestände von Modulen können so problemlos in einer Anlage verwendet werden. Ebenso bieten sich bei einer Erweiterung von bestehenden Anlagen deutlich mehr Möglichkeiten – und dies ohne zusätzliche Kosten für den Austausch eines vorhandenen Ladereglers. Besonders geeignet ist der Steca Tarom MPPT für Anlagen, in denen sich eine Teilverschattung des Modulfeldes nicht vermeiden lässt. Dank der zwei separaten MPP-Tracker kann der Laderegler unterschiedliche Strings mit individuell angepasstem MPP betreiben. So kann die maximale Effizienz je String ausgenutzt und die Gesamtleistung der Anlage gesteigert werden – trotz Teilverschattung. Dasselbe Prinzip gilt auch für die Anwendung auf Dächern oder Flächen mit unterschiedlichen Neigungswinkeln oder Ausrichtungen.

... dank vollwertigem integrierten Datenlogger

Der Steca Tarom MPPT verfügt über einen einzigartigen, vollwertigen Datenlogger, mit dem die Daten beider Eingänge unabhängig voneinander über 20 Jahre überwacht und gespeichert werden. Der Verlauf der letzten 18 Stunden kann grafisch dargestellt werden. Automatisch werden tägliche, monatliche und jährliche Summen gebildet, die einen hervorragenden Überblick über die Nutzung des Systems geben.



Sparen Sie sich zusätzliche Module!

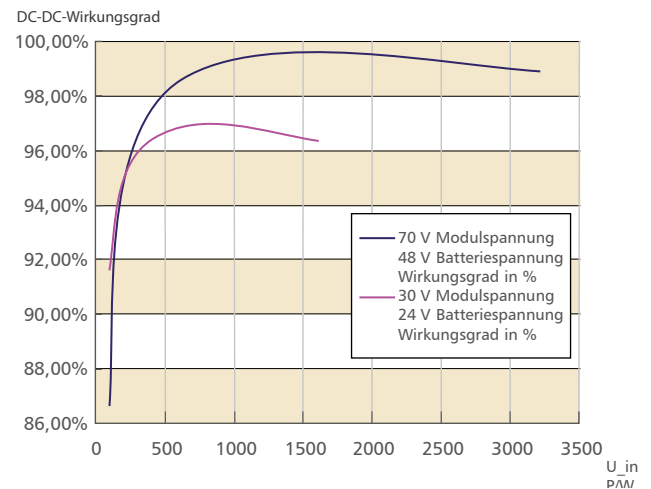
...dank der sehr hohen Effizienz

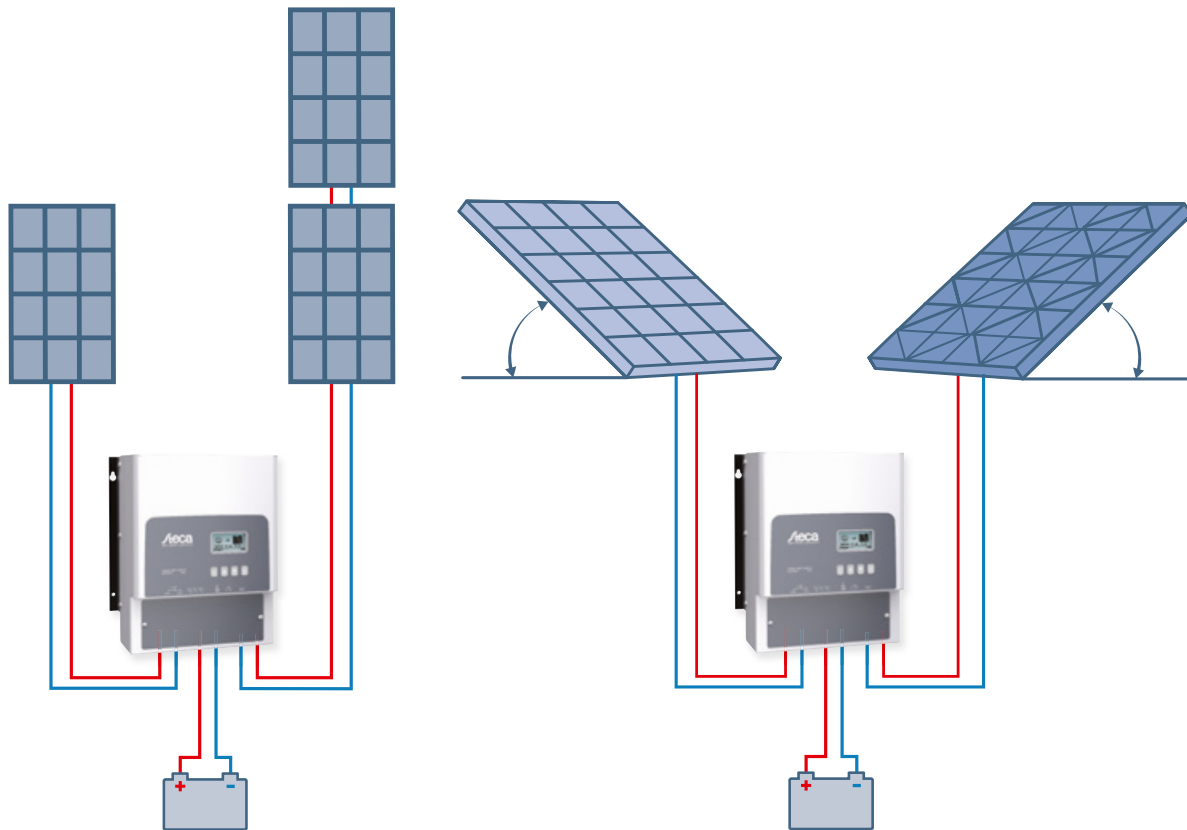
Der Steca Tarom MPPT ist einer der wenigen MPPT-Laderegler, der einen hohen Wirkungsgrad zuverlässig über alle Ein- und Ausgangsspannungsbereiche erreicht und vor allem auch konstant halten kann. Durch diese verlässlich hohe Effizienz des MPPT-Solarladereglers lässt sich noch mehr aus einer PV-Anlage herausholen. So geht deutlich weniger Energie durch unnötige Abwärmeverluste verloren. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass bei gleicher Leistung gegebenenfalls sogar ein komplettes Modul in der Planung eingespart werden kann. Gerade bei begrenzten Montagemöglichkeiten oder begrenztem Budget ein klares Plus.

Sparen Sie sich Zeit und Ärger bei der Installation!

...dank einfach zugänglicher, bequemer Anschlussklemmen

Der außerordentlich geräumige Anschlussklemmenbereich ist über zwei Schrauben direkt an der Vorderseite des Gerätes erreichbar. Kabel bis 35mm² können einfach, schnell und sicher installiert werden. Der Anschluss gelingt spannungsfrei und ohne Funkenbildung oder Lichtbogen, da der Steca Tarom MPPT über einen integrierten Modulschalter verfügt. Über das Menü kann der Laderegler eingeschaltet werden, erst dann werden die Modulfelder zugeschaltet. So gelingt die Installation mit Leichtigkeit.





Nutzen Sie die vielen weiteren Vorteile!

Grafisches LCD-Display für eine einfache Bedienbarkeit

Auf dem grafischen Multifunktions-Display werden alle Systemzustände selbsterklärend über Symbole dargestellt. So ist der Energiefluss leicht nachvollziehbar. Über das mehrsprachige und intuitiv verständliche Menü können alle Parameter eingestellt werden.

Kommunikations-Optionen

Über den sog. StecaLink kann der Stromsensor PA HS400 angeschlossen werden; so werden alle Ströme im System erfasst. Darüber hinaus zeigt der Laderegler den aktuellen Ladezustand der Batterie – dem sog. „state of charge“ (SOC) – an. Über die Hilfskontakte kann so eine professionelle Steuerung von Lasten und Generatoren realisiert werden.

Der Steca Tarom MPPT 6000-M verfügt über drei Hilfskontakte, die unabhängig voneinander programmiert werden können. Die vielfältigen einzelnen Funktionen können nahezu beliebig miteinander kombiniert werden:

Funktionsübersicht der Hilfskontakte:

Tiefentladeschutz

Der Tiefentladeschutz schützt die Batterie automatisch vor schädlicher Tiefentladung. Alle Spannungsschwellen können entweder abhängig vom aktuellen Ladezustand der Batterie oder der Batteriespannung über das Menü frei konfiguriert werden.

Abend-, Nacht- und Morgenlichtfunktion

Der Laderegler erlaubt die Konfiguration von drei unterschiedlichen automatischen Zeitfunktionen: Abend-, Nacht- und Morgenlicht. Alle wichtigen Zeit- und Verzögerungswerte können dabei eingestellt werden. Bei der Abendlichtfunktion wird die Last bei Sonnenuntergang automatisch eingeschaltet. Der Zeitraum, nach welchem die Last wieder abgeschaltet wird, kann individuell bestimmt werden. Bei der Nachtlichtfunktion wird die Zeitspanne definiert, nach welcher die Last nach Sonnenuntergang eingeschaltet und vor Sonnenaufgang wieder abgeschaltet werden soll. Bei der Morgenlichtfunktion wird die Last in der Nacht automatisch eingeschaltet und bei Sonnenaufgang automatisch wieder abgeschaltet.

Vier frei programmierbare Timer mit Wochentagfunktion

Die vier frei programmierbaren Timer können individuell nach Wochentag, Start- und Endzeit eingestellt werden. Die Wochentagfunktion bietet die Möglichkeit jeden Timer für nur einen oder gleich mehrere Wochentage anzuwenden.

Generatorfunktion

Dank der Generatorfunktion kann der Steca Tarom MPPT 6000-M – in Abhängigkeit des SOC oder der Batteriespannung – automatisch einen Generator starten, wenn die Batterie entladen ist und bei voller Batterie wieder abschalten. Mit Hilfe des Überschuss-Managers kann bei voller Batterie automatisch eine zusätzliche Last eingeschaltet werden. Diese wird wieder abgeschaltet, sobald kein Überschuss mehr im Solarsystem zur Verfügung steht. So kann sichergestellt werden, dass die gesamte zur Verfügung stehende Energie genutzt wird.



EINSATZ UND AUSLEGUNG VON MPP-TRACKERN

Wann empfiehlt sich der Einsatz eines MPPT-Ladereglers?

Es gibt grundsätzlich drei Szenarien, in welchen es am meisten Sinn macht einen MPPT-Laderegler (Maximum Power Point Tracker) wie den Steca Solarix MPPT oder Tarom MPPT einem gewöhnlichen PWM-Laderegler (Pulsweitenmodulation) wie dem Steca Solum, PRS, PR, Tarom oder Power Tarom vorzuziehen.

- Situation 1: Es werden keine 36- oder 72-zelligen kristallinen PV-Module verwendet**
 36-zellige Module (für 12 V-Systeme) haben MPP-Spannungen um die 17 V und Leerlaufspannungen nahe 21 V. 72-zellige Module für 24 V-Systeme haben die doppelte Spannung – sprich ungefähr $34 V_{mpp}$ und $42 V_{oc}$. PV-Module, die gewöhnlich in netzgekoppelten PV-Anlagen mit beispielsweise 60 Zellen (gewöhnlich ungefähr $30 V_{mpp}$) zum Einsatz kommen, sind nicht geeignet für 12 V- / 24 V- / 48 V-Systeme mit regulären PWM-Ladereglern. Zur Erreichung optimaler Effizienzwerte muss folglich ein MPPT-Laderegler eingesetzt werden. Dieser ist in der Lage, die höheren PV-Spannungen in niedrigere Batterie-Spannungen zu konvertieren – und dies mit nur wenigen Verlusten.
- Situation 2: Häufige Tiefentladungen der Batterie**
 Ist das Solarsystem knapp ausgelegt oder befindet sich die Batterie oft und lange Zeiten im unteren Ladezustandsbereich, dann kann ein MPPT-Laderegler mehr Energie zur Verfügung stellen. In diesem Fall ist der MPP-Tracker im Gegensatz zum Schaltladeregler in der Lage, die Spannungsdifferenz zwischen der Batterie und dem Solarmodul in einen zusätzlichen Ladestrom umzuwandeln. So kann der Energieertrag im Moment niedriger Batteriespannungen erhöht werden.
- Situation 3: Niedrige Durchschnittstemperatur und ausgeprägte Winter**
 Je kälter kristalline PV-Module werden, desto höher ist die optimale Arbeitsspannung (MPP oder Maximum Power Point). MPPT-Laderegler können sich dank ihrer variablen PV-Modulspannung daran anpassen und die hohe Spannung in einen höheren Ladestrom umwandeln.
 Wenn zusätzlich Schnee liegt ist die Hintergrundstrahlung der Umgebung aufgrund der Strahlungsreflexion am Schnee deutlich höher. So steigt die Leistung der Solarmodule an, die mit dem MPPT-Laderegler zu einem höheren Batterieladestrom führt.

Für Installationen, die das ganze Jahr in Betrieb sind, ist es wichtig, die Energieausbeute gerade in den Monaten mit der geringsten Sonneneinstrahlung zu maximieren. An dieser Stelle bieten die Steca MPPT-Laderegler einen Mehrwert.

	Max. PV-Leistung bei 12 V Batterie	Max. PV-Leistung bei 24 V Batterie	Max. PV-Leistung bei 48 V Batterie
Steca Solarix MPPT 1010	125 W	250 W	-
Steca Solarix MPPT 2010	250 W	500 W	-
Steca Tarom MPPT 6000	900 W	1.800 W	3.600 W
Steca Tarom MPPT 6000-M	900 W	1.800 W	3.600 W

Übersicht Nennleistung Steca MPPT-Laderegler

Welche Kriterien sind bei der Auslegung von MPPT-Ladereglern zu beachten?

Um den richtigen MPPT-Laderegler auszuwählen, müssen folgende Daten bekannt sein: Die Eingangsspannung der PV-Module (U_{oc}), die Spannung maximaler Leistung (U_{mpp}), die Gesamtleistung der PV-Module (in Wp), sowie die Batteriespannung (12 V, 24 V oder 48 V) und der Temperaturkoeffizient (V_{oc}).

- Die PV-Eingangsspannung (U_{oc})**
 Die während der niedrigsten möglichen Umgebungstemperatur auftretende Leerlaufspannung des gesamten Modulfeldes (U_{oc}) darf die maximale Eingangsspannung des MPPT-Ladereglers niemals überschreiten. Andernfalls wird der Laderegler zerstört.
- Die Spannung maximaler Leistung (U_{mpp})**
 Die Spannung maximaler Leistung des Modulstrings (U_{mpp}) darf während der maximal auftretenden Umgebungstemperatur niemals unter die minimale Eingangsspannung des MPPT-Ladereglers fallen. Die MPP-Spannung muss immer über der maximalen Batteriespannung liegen – unabhängig von den Temperaturbedingungen und folglich auch bei maximaler Umgebungstemperatur. Bei Systemen mit einer 12 V Batterie entspricht dies einer MPP-Spannung von mindestens $17 V_{mpp}$; bei Verwendung einer 24 V-Batterie entsprechend bei mindestens $28 V_{mpp}$ und bei einer 48 V-Batterie bei mindestens $56 V_{mpp}$.
- Die Gesamtleistung der PV-Module (Wp)**
 Die angeschlossene Gesamtleistung der PV-Module (in Wp) sollte kleiner oder gleich der Nennleistung des MPPT-Ladereglers sein. Modulfelder höherer Leistungen können zwar angeschlossen werden ohne dass der Steca MPPT-Laderegler dadurch zerstört wird, allerdings wird dann die tatsächliche Ladeleistung auf die Nennleistung des Ladereglers begrenzt. In der Praxis kann eine Überdimensionierung des Modulfeldes um bis zu 20 Prozent Sinn machen, da die Spitzenleistung (Wp) nur bei sehr tiefen Temperaturen, starkem Sonnenschein und klarem Himmel erreicht wird. Die Moduldaten werden unter „Standard Test Conditions“ (STC) bei 25 °C angegeben. In realen Anwendungssituationen ist die Zell-Temperatur aber deutlich höher. Dies führt zu einer verringerten Ausgangsleistung – unabhängig davon, welcher Laderegler verwendet wird.
- Wirkungsgradhinweis**
 Je geringer die Spannungsdifferenz zwischen der aktuellen PV-Eingangsspannung und der Batteriespannung, desto höher wird der Wirkungsgrad des MPP-Trackers. Dieser Zusammenhang gilt herstellerunabhängig für alle MPPT-Laderegler.
- Die Batteriespannung**
 Die Batteriespannung wird in Abhängigkeit der Leistung der Verbraucher gewählt. Im Allgemeinen ist es nützlich, die Batteriespannung so hoch wie möglich zu wählen, um die Ströme gering zu halten und dadurch Kosten zu sparen.

BEISPIELHAFTHE AUSLEGUNG EINES MPP-TRACKERS

Eingangsspannung, Berechnung der maximalen Stringlänge

$$\text{Module} \leq \frac{U_{\text{max Laderegler}}}{U_{\text{OC Module}} \cdot (1 + \beta_{V_{\text{OC}}} \cdot (T_{\text{ambient, min}} - T_{\text{STC}}))}$$

Minimale MPP-Spannung

$$\text{Module} \geq \frac{U_{\text{min Laderegler}}}{U_{\text{mpp Module}} \cdot (1 + \beta_{V_{\text{OC}}} \cdot (T_{\text{ambient, max}} - T_{\text{STC}}))}$$

Gesamtleistung

$$\text{Module}^* \leq \frac{P_{\text{nom Laderegler}} \cdot (1 + \text{DimFaktor})}{P_{\text{max - mpp Module}}}$$

- $U_{\text{OC Module}}$ [V]: Leerlaufspannung des Solarmoduls
- V_{OC} [%/K]: Temperaturkoeffizient der Leerlaufspannung Solarmodul
- $U_{\text{mpp Module}}$ [V]: MPP-Spannung des Solarmoduls
- $U_{\text{min/max Laderegler}}$ [V]: Minimale / Maximale Eingangsspannung des Ladereglers
- $T_{\text{ambient min/max}}$ [°C]: Minimale / Maximale Umgebungstemperatur
- $P_{\text{nom Laderegler}}$ [W]: Nominaleleistung des Ladereglers
- $P_{\text{max - mpp Module}}$ [Wp]: Nennleistung Solarmodul unter STC
- DimFaktor [%]: Faktor zur Überdimensionierung
- T_{STC} [°C]: 25 °C

* Die maximale Modulzahl pro String aus der Berechnung Nr.1 (maximale Stringlänge) darf auch nicht überschritten werden, wenn die Leistung des Ladereglers mehr Module erlaubt. In diesem Fall müssen mehrere Strings parallel geschaltet werden.

Zur besseren Veranschaulichung dient ein Beispiel mit folgenden Gegebenheiten:

- **Solarmodul (typisches Modul für die PV Netzeinspeisung mit 60 Zellen)**
 Leerlaufspannung U_{oc} : 37,6 V
 Temperaturkoeffizient der Leerlaufspannung: -0,3 % / K
 MPP-Spannung U_{mpp} : 31,2 V
 Spitzenleistung: 250 Wp
 Modulstrom I_{mpp} bzw. I_{sc} : 8,0 / 8,5 A
 Angaben bei STC = 25 °C
- **Batterie: 48 V**
 Minimale MPP-Spannung Solarmodule: 56 V
- **Laderegler: Steca Tarom MPPT 6000**
 Maximale Leerlaufspannung $U_{\text{oc}} < 200$ V
 Nominaleleistung bei 48 V: 3.600 W
- **Randbedingungen:**
 Temperaturbereich: -30 °C bis +90 °C
 Überdimensionierung Solarmodule: 15 %

Aus den Angaben zum Modul und den Anforderungen des Ladereglers ergeben sich somit die folgenden Auswahlkriterien:

Eingangsspannung, Berechnung der maximalen Stringlänge

Es können maximal 4 Module in Reihe geschaltet werden:

$$\text{Module} \leq \frac{200 \text{ V}}{37,6 \text{ V} \cdot (1 + (-0,3/100) \cdot (-30 \text{ °C} - 25 \text{ °C}))} \leq 4,56$$

Minimale MPP-Spannung

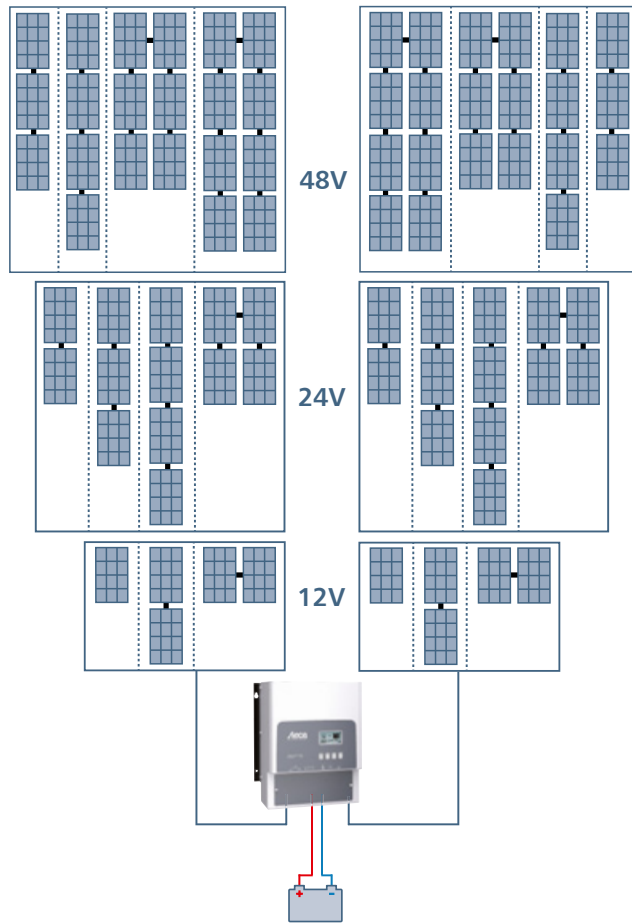
Es müssen mindestens 3 Module in Reihe geschaltet werden:

$$\text{Module} \geq \frac{56 \text{ V}}{31,2 \text{ V} \cdot (1 + (-0,3/100) \cdot (90 \text{ °C} - 25 \text{ °C}))} \geq 2,23$$

Gesamtleistung

Es können also maximal 16 Solarmodule mit dem Laderegler verwendet werden:

$$\text{Module}^* \leq \frac{3.600 \text{ W} \cdot 1,15}{250 \text{ Wp}} \leq 16,56$$



Batterie-spannung	Anzahl Module in Reihe pro String	Anzahl parallel geschalteter Modulstrings				
		1	2	3	4	5
48 V	1	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-
	3	723 Wp (3 Module)	1.445 Wp (6 Module)	2.168 Wp (9 Module)	2.891 Wp (12 Module)	3.616 Wp (15 Module)
	4	964 Wp (4 Module)	1.927 Wp (8 Module)	2.891 Wp (12 Module)	3.854 Wp (16 Module)	-
24 V	1	-	-	-	-	-
	2	482 Wp (2 Module)	964 Wp (4 Module)	1.445 Wp (6 Module)	1.927 Wp (8 Module)	-
	3	723 Wp (3 Module)	1.445 Wp (6 Module)	-	-	-
	4	964 Wp (4 Module)	1.927 Wp (8 Module)	-	-	-
12 V	1	241 Wp (1 Module)	482 Wp (2 Module)	723 Wp (3 Module)	964 Wp (4 Module)	1.204 Wp (5 Module)
	2	482 Wp (2 Module)	964 Wp (4 Module)	-	-	-
	3	723 Wp (3 Module)	-	-	-	-
	4	964 Wp (4 Module)	-	-	-	-

- Erlaubte Konfigurationen für einen Eingang
- Erlaubte Konfigurationen für beide Eingänge parallel verschaltet
- Nicht erlaubte Konfigurationen

