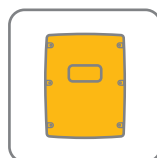
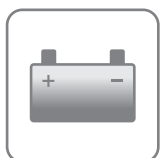




Technische Information

SMA SMART HOME

Batterieladesteuerung bei Time-of-use Stromtarifen



1 Grundlagen

1.1 Time-of-use Stromtarife und Batteriespeichersysteme

Immer mehr Energieversorgungsunternehmen statten die Haushalte mit Smart Meter aus. Dahinter steckt die Absicht, den Stromkunden bedarfsgerechte Stromtarife anbieten zu können und gleichzeitig die Belastung des öffentlichen Stromnetzes gering zu halten.

Wenn Strom zu Zeiten hohen Bedarfs teurer ist (Hochtarif), als zu Zeiten niedrigen Bedarfs (Niedertarif), werden Stromkunden automatisch dann mehr verbrauchen, wenn es billiger ist und einsparen, wenn es teuer ist. So wird die Auslastung des öffentlichen Stromnetzes automatisch gleichmäßiger und bleibt stabil.

Sind Sie Besitzer eines Batteriespeichersystems, eventuell noch in Verbindung mit einer PV-Anlage? Dann haben Sie nun eine weitere Möglichkeit auf ganz einfache Weise noch mehr günstigen Strom zu nutzen und ihre Energierechnung zu reduzieren: Nämlich mit dem Batterieladezeitfenster als Funktion des SMA Smart Home.

1.2 Notwendige Komponenten

Wenn Ihr Energieversorgungsunternehmen Ihnen einen Time-of-use Stromtarif anbietet, der einen deutlichen Preisunterschied zwischen Hoch- und Niedertarif hat, lohnt es sich, folgende Komponenten im Haus zu installieren:

- Ein Batteriespeichersystem von SMA Solar Technology AG, z. B. einen Sunny Boy Storage oder einen Sunny Island mit einer passenden Batterie.
- Das Batteriespeichersystem ist oft bereits mit einem Sunny Home Manager und dem SMA Energy Meter ausgestattet.
- Dazu passt natürlich immer ein PV-System mit einem SMA Wechselrichter, z. B. einem Sunny Boy 5000TL für eine typische PV-Anlage mit 5 bis 6 kWp installierter PV-Leistung auf dem Hausdach.

1.3 Kosten einsparen bei Time-of-use Stromtarifen

Ein Batteriespeichersystem erlaubt es Ihnen, Strom zu einem günstigen Niedertarif in der Batterie zu speichern und danach zu einer Zeit mit teurem Hochtarif zur Versorgung der Haushaltsgeräte zu verwenden.

Durch eine Verlagerung des Energieverbrauchs, sparen Sie bei jeder kWh Energie die Differenz zwischen Hochtarif und Niedertarif (Arbitrage). Je nach Time-of-use Stromtarif kann diese Differenz bei bis zu 30 Eurocent liegen. So amortisiert sich ein Batteriesystem deutlich schneller als bei festgeschriebenen Strompreisen.

2 Konfiguration

Der Sunny Home Manager kann ab der Firmware-Version 1.13 (August 2016) über den Batterie-Wechselrichter die Batterie so steuern, dass es bei Time-of-use Stromtarifen zu Kosteneinsparungen kommt. Zwei Schritte sind notwendig, um die Einstellungen in der Sunny Home Manager Anlage im Sunny Portal vorzunehmen.

2.1 Stromtarif eingeben (Time-of-use)

Je nach Stromtarif des Anbieters gelten unterschiedliche Zeiträume mit bestimmten Strompreisen.

Im Sunny Portal die Sunny Home Manager-Anlage aufrufen. Auf der Seite **Konfiguration > Anlageneigenschaften > Parameter** können die Daten im Bereich **Stromtarif** in die Eingabefelder eingetragen werden.

Das folgende Beispiel zeigt alle Einstellungen für einen typischen Time-of-use Stromtarif. Die angenommenen Preise für das Beispiel sind:

- Hochtarif: 29 ct/kWh
- Mitteltarif: 19 ct/kWh
- Niedertarif: 9 ct/kWh

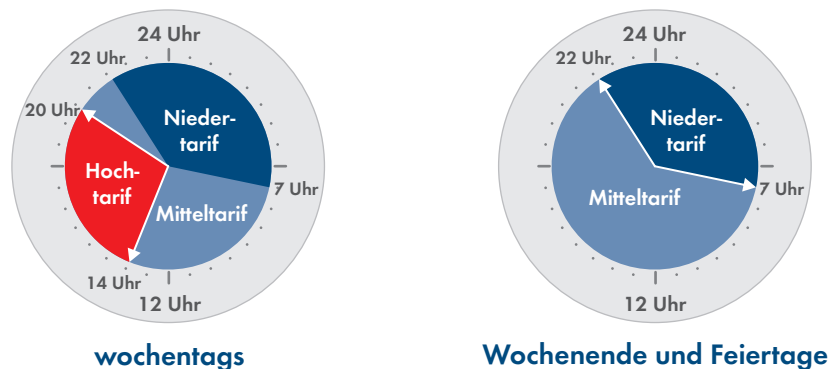




Abbildung 1: Beispiel für Time-of-use Stromtarif (Quelle: Australisches Energieversorgungsunternehmen)

i Hinweis

- Es kann kein Zeitraum definiert werden, der über Mitternacht hinausgeht. In diesem Fall wird ein solcher Zeitraum in zwei entsprechende Teilzeiträume aufgeteilt (vor und nach Mitternacht).
- In der implementierten Firmware-Version des Sunny Home Managers gilt folgende Einschränkung: Auch wenn ein Feiertag auf einen Wochentag fällt, gilt dennoch der Wochentagstarif.

Die Übertragung auf die Einstellungen im Sunny Portal sieht wie folgt aus:

Abbildung 2: Einstellungen für einen Time-of-use Stromtarif im Sunny Portal



Position	Erklärung
A	Startzeit der Batterieladung (aus der Dropdown-Liste oder direkte Eingabe minutengenau)
B	Endzeit der Batterieladung (aus der Dropdown-Liste oder direkte Eingabe minutengenau)
C	Preis pro kWh gemäß des Time-of-use Stromtarifs des Energieversorgungsunternehmens
D	Auswahl des Wochentages, an dem der Stromtarif im angegebenen Zeitraum gilt
E	Niedertarif
F	Mitteltarif
G	Hochtarif
H	Wochentag
I	Wochenende
	Hinzufügen eines weiteren Zeitraums für den Stromtarif
	Entfernen eines Zeitraums für den Stromtarif

In der farbigen Darstellung auf der linken oberen Seite werden die Angaben graphisch dargestellt. Bei Überlappungen oder noch nicht definierten Zeiträumen wird auf eine Korrekturmöglichkeit hingewiesen.

2.2 Batterieladezeitfenster festlegen

Nachdem der Stromtarif definiert ist, können Angaben für die Batterieladezeitfenster eingegeben werden. Gemäß den Angaben zum Stromtarif (siehe Kapitel 2.1 "Stromtarif eingeben (Time-of-use)", Seite 3) ist es sinnvoll, das Batterieladezeitfenster auf einen Zeitraum von 02:00 Uhr morgens bis 04:00 Uhr morgens zu setzen. Da der Zeitraum für die Gültigkeit des Niedertarifs für alle Wochentage gleich ist, kann das Batterieladezeitfenster ebenfalls für alle Wochentage gleich sein.

Abbildung 3: Einstellungen für Batterieladezeitfenster im Sunny Portal

Position	Erklärung
A	Startzeit der Batterieladung (aus der Dropdown-Liste oder direkte Eingabe minutengenau)
B	Endzeit der Batterieladung (aus der Dropdown-Liste oder direkte Eingabe minutengenau)
C	Als Default-Wert erscheint hier automatisch die maximale Ladeleistung des Batterie-Wechselrichters, den der Sunny Home Manager in der Anlage erkannt hat (im Beispiel ein Sunny Island 4.4M). Wenn das Batterieladezeitfenster bei nicht zu großer Batteriekapazität entsprechend lang ist, kann eine geringere Ladeleistung definiert werden. Wenn die Ladeleistung zu gering angegeben wird, kann es sein, dass die Batterie nicht voll geladen wird. Auch ein Wert von 0 W kann als Ladeleistung eingegeben werden (siehe Kapitel 3.3 "Günstige PV-Energie in der Batterie halten", Seite 10).
D	Auswahl des Wochentages, an dem das Batterieladezeitfenster im angegebenen Zeitraum gilt
	Hinzufügen eines weiteren Batterieladezeitfensters
	Entfernen eines Batterieladezeitfensters

2.3 Batterieverhalten innerhalb des Batterieladezeitfensters

Wenn ein Batterieladezeitfenster gesetzt wurde, gelten für dieses Batterieladezeitfenster folgende Bedingungen:

- Die Batterie wird mit der gesetzten Ladeleistung geladen. Nachts wird die Leistung direkt aus dem öffentlichen Stromnetz bezogen. Tagsüber wird überschüssige PV-Leistung verwendet. Wenn die überschüssige PV-Leistung nicht ausreicht, wird der fehlende Anteil zur gesetzten Ladeleistung direkt aus dem öffentlichen Stromnetz bezogen.
- Das Entladen der Batterie ist für die Dauer des Zeitfensters geblockt.

- Sämtliche zusätzliche Steuerungen der Batterie sind für die Dauer des Zeitfensters geblockt.

i Hinweis

- Falls die Batterie bereits vollständig geladen ist (SOC = 100 % oder ein andere gesetzter Maximalwert), kann natürlich nicht geladen werden. In diesem Fall verhält sich die Batterie bis zum Ende des Zeitfensters passiv. Das heißt, es wird weder geladen noch entladen.
- Falls die Batterie bereits relativ voll ist (SOC > 90 %), kann es sein, dass nicht mit der vollen, eingestellten Ladeleistung geladen wird. Dies liegt an der Funktionsweise der Batterie, die je nach Batterietyp ein anderes Ladeverhalten gegen Ende des Ladevorgangs zeigt.
- Lithium-Ionen-Batterien werden von einem eigenen Batteriemanagementsystem (BMS) gesteuert. Obwohl der Sunny Home Manager eine entsprechende Ladeanweisung an die Batterie gibt, kann es sein, dass das BMS diese ablehnt und keine Ladung stattfindet. Das BMS hat üblicherweise die Aufgabe, die Batterie vor Schäden zu bewahren oder eine vorzeitige Alterung zu vermeiden.

2.4 Batterieverhalten außerhalb des Batterieladezeitfensters

Außerhalb des Batterieladezeitfensters reagiert die Batterie entsprechend ihrer normalen Funktion:

- Wenn am Netzanschlusspunkt Leistung bezogen wird, versucht der Batterie-Wechselrichter durch Entladen der Batterie den Netzbezug zu kompensieren.
- Wenn am Netzanschlusspunkt überschüssige PV-Leistung eingespeist wird, versucht der Batterie-Wechselrichter durch Laden der Batterie die Netzeinspeisung auszugleichen.
- Werden die maximalen Ladeleistungen des Batteriespeichersystems in diesem Modus überschritten, kommt es zu Netzeinspeisung.
- Werden die maximalen Entladeleistungen des Batteriespeichersystems in diesem Modus überschritten, kommt es zu Netzbezug.

Zusätzlich gilt außerhalb des Batterieladezeitfensters:

- Wenn besondere Steuerungen der Batterie durch den Sunny Home Manager aktiviert sind, so werden diese ausgeführt (z. B. prognosebasiertes Batterieladen zur Ausnutzung der dynamischen Wirkleistungsbegrenzung oder Zero Export).

2.5 Einschränkungen zur Funktionsweise der Batterieladung

Keine Berechnung/Anzeige von Eigenverbrauchs- und Autarkiequote

Innerhalb eines Batterieladezeitfensters wird die eingestellte Ladeleistung verwendet. Da nicht sichergestellt ist, dass diese Leistung immer aus einem PV-Überschuss bezogen werden kann, wird die Batterie auch Leistung aus dem öffentlichen Stromnetz zum Laden verwenden. Die aktuell verwendeten Formeln für die Eigenverbrauchs- und Autarkiequote gehen allerdings davon aus, dass die Energie aus der Batterie ausschließlich zwischengespeicherte PV-Energie ist.

Um hier die Anzeige von falschen Werten zu vermeiden, werden folgende Werte ab der Zeitperiode, in der ein Batterieladezeitfenster definiert wurde, nicht mehr angezeigt:

- Eigenverbrauchsquote
- Autarkiequote

Die verschiedenen Zeitperioden sind auf der Seite **Energiebilanz** in der Sunny Portal-Anlage anwählbar. Werden alle Batterieladezeitfenster gelöscht, werden die oben genannten Werte ab der folgenden Periode wieder angezeigt.

i Hinweis

Wenn einmal in der Anlage eine Batterieladezeitfenster definiert wurde, wird in der Gesamtsicht (alle Jahre ab Inbetriebnahme) nie wieder die geltende Eigenverbrauchs-/Autarkiequote angezeigt. Eine nachträgliche Wiederherstellung oder das Ausblenden von Teildaten ist nicht möglich.

Keine Entladung der Batterie während eines Batterieladezeitfensters

Während eines Batterieladezeitfensters kann nur geladen werden. Selbst wenn Netzbezug auftritt, wird die Batterie nicht in einen Entlademodus wechseln.

Tipp: Wenn eine Ladeleistung von 0 W im Batterieladezeitfenster eingegeben wird, wird die Batterie für das definierte Zeitfenster inaktiv gesetzt, d. h. es wird weder geladen noch entladen. Dies kann ein sinnvoller Modus sein, um einmal gespeicherte Energie für einen Verbrauch zu einem bestimmten Zeitpunkt aufzuheben.

Kein Modus zum Unterdrücken der Batterieentladung

In der implementierten Firmware-Version 1.13 des Sunny Home Managers ist noch kein Modus zum Unterdrücken der Batterieentladung bei gleichzeitiger Möglichkeit der Batterieladung aus PV-Überschuss vorgesehen.

3 Anwendungsfall

3.1 Günstigen Strom zu teurer Zeit verbrauchen (Arbitrage)

Situation:

Gemäß des Time-of-use Stromtarifs des Energieversorgungsunternehmens ist der Strom in der Nacht besonders günstig. Am Nachmittag ist der Strom deutlich teurer und im Haushalt befinden sich Geräte, die zu dieser Zeit betrieben werden müssen. Die Stromerzeugung durch die lokale PV-Anlage reicht nicht aus, um den Strombedarf dieser Geräte zu decken.

Aktion:

Setzen Sie ein Batterieladezeitfenster in der Nacht über einen Zeitraum, der bei der gesetzten Ladeleistung die Batterie möglichst voll lädt (siehe Kapitel 3.2 "Kosteneinsparung optimieren", Seite 8).

Hinweis

Für diese Anwendung des Batterieladezeitfensters ist nicht unbedingt eine PV-Anlage notwendig. Auch ohne eigene PV-Energieerzeugung können die Anschaffungskosten des Batteriesystems durch die Nutzung des günstigen Stroms in teurer Zeit amortisiert werden.

3.2 Kosteneinsparung optimieren

Stromverbrauch während des Batterieladezeitfensters

Setzen Sie das Batterieladezeitfenster so, dass in dem gewählten Zeitraum möglichst kein oder nur wenig Strom im Haushalt verbraucht wird.

Begründung: Wenn ein Batterieladezeitfenster aktiv ist, können keine Geräte im Haus mit Batteriestrom versorgt werden. Die Batterie kann nur im aktiven Batterieladezeitfenster laden.

Beispiel: Wenn ein Niedertarif zur Nachtzeit vorliegt, legen Sie das Zeitfenster auf die Zeit in der typischerweise kein Strom verbraucht wird.

Innerhalb der günstigen Zeit Batterie nicht entladen

Wenn Sie die Batterie innerhalb des Niedertarifs laden, setzen Sie das Ende des Batterieladezeitfensters mindestens auf die Zeit, zu der der Niedertarif endet.

Begründung: Es wäre nicht sinnvoll, wenn Sie erst Strom zum günstigen Tarif in die Batterie speichern und dann anschließend noch innerhalb des gleichen Niedertarifzeitraums Geräte aus der Batterie durch Entladung versorgen. Dann lohnt es sich natürlich, die Energie für die Geräte direkt zum Niedertarif aus dem öffentlichen Stromnetz zu beziehen.

Beispiel: Der Niedertarif beginnt um 22:00 Uhr und endet um 07:00 Uhr morgens. Ab 02:00 Uhr morgens sind alle elektrischen Verbraucher aus und es wird kaum noch Strom verbraucht. Setzen Sie das Batterieladezeitfenster für eine Zeit von 02:00 Uhr bis 07:00 Uhr. Die Batterie wird ab 07:00 Uhr automatisch wieder so eingesetzt, dass die Geräte bei Netzbezug durch Entladung aus der Batterie versorgt werden. Die Kosteneinsparung pro kWh ist die Differenz zwischen dem Niedertarif und dem Mittel- oder Hochtarif in der Zeit ab 07:00 Uhr.

Batterieladezeitfenster nicht zu lang setzen

Setzen Sie das Batterieladezeitfenster nur so lang, dass bei der gewählten Ladeleistung nicht mehr als notwendig in die Batterie geladen wird. Vermeiden Sie, dass das Batterieladezeitfenster über die Zeit des Niedertarifs hinausgeht.

Begründung: Wenn die Batterie vor Ende des definierten Batterieladezeitfensters bereits vollständig geladen ist, wird für den Rest des Zeitfensters ein Entladen für evtl. verwendete Haushaltsgeräte blockiert. Darüber hinaus lädt eine Batterie bei einem Batterieladezustand von > 90 % nicht mehr mit der maximal möglichen Ladeleistung. Die letzten 10 % zur 100 % geladenen Batterie dauern eventuell sehr lange und blockieren die Versorgung von Geräten mit Batteriestrom. Einige Batterien sollten funktionsbedingt nicht bis 100 % geladen werden.

Beispiel: Es reicht normalerweise ein Batterieladezustand von 90 % (SOC) für eine Versorgung der Haushaltsgeräte in der teuren Zeit. Wenn am Abend, bevor Sie zu Bett gehen, typischerweise ein Batterieladezustand von 30 % vorliegt, sollte die Batterie um 60 % geladen werden. Das vorliegende Batteriesystem ist z. B. ein Sunny Island 4.4M mit einer 10 kWh Lithium-Ionen-Batterie.

Eine einfache Rechnung bestimmt die richtige Länge des Batterieladezeitfensters:

- Maximale Ladeleistung eines Sunny Island 4.4M = 3,3 kW
 - Setzen Sie die Ladeleistung auf 3,3 kW.
- Batteriekapazität = 10 kWh
Batterieladezustand am Tagesende = 30 % (3 kWh)
Gewünschte Energiemenge zur Ladung aus dem Niedertarif = 60 % (6 kWh)
 - Dies entspricht einem gewünschten Batterieladezustand von 90 % (9 kWh).
- Bei der gesetzten Ladeleistung von 3,3 kW werden 6 kWh innerhalb von 1,8 Stunden (1 Stunde und 48 Minuten) geladen.
 - Stellen Sie ein Batterieladezeitfenster z. B. von 02:00 Uhr bis 03:48 Uhr ein.
- Wird eine geringere Ladeleistung eingestellt, kann entsprechend länger geladen werden.

Hausanschluss durch Ladeleistung nicht überlasten

Stellen Sie sicher, dass innerhalb eines Batterieladezeitfensters die Summe aus Ladeleistung und dem restlichen elektrischen Verbrauch im Haus nicht die Bezugsgrenze des Hausanschlusses überschreitet.

Begründung: Hierdurch können zusätzliche Kosten aufgrund von Spitzenlasttarifen entstehen. Ansonsten riskieren Sie, dass die Hauptsicherung auslöst und die Stromversorgung im gesamten Haus ausbleibt.

Beispiel: Die Bezugsgrenze des Hausanschlusses ist mit 15 kW angegeben. Ein typischer Verbrauch, der in der Nacht (während des Niedertarifs) vorkommen kann, ist z. B. 10 kW (für eine Heizung). Die Ladeleistung im Batterieladezeitfenster sollte daher nicht höher als 5 kW gesetzt werden. Evtl. sollte ein noch niedrigerer Wert gesetzt werden, um andere eventuell gleichzeitig zuschaltende Verbraucher mit zu berücksichtigen.

Optimale Batterieladeleistung wählen

Stellen Sie sicher, dass im Batterieladezeitfenster eine sinnvolle Batterieladeleistung gewählt wird.

- Eine Ladung bei maximaler Ladeleistung läuft eventuell nicht bei maximalem Ladewirkungsgrad.
- Eine zu niedrige Ladeleistung bei kurzem Batterieladezeitfenster führt eventuell zu einer nicht voll geladenen Batterie.

Begründung: Je nach verwendetem Batterie-Wechselrichter hat die Ladeleistung bei maximalem Wirkungsgrad einen anderen Wert.

Beispiel: Beim Sunny Island 3.0M liegt die ideale Ladeleistung bei etwa 30 % der nominalen Ladeleistung (2300 W x 0,3 = 690 W). Dort ist der Wirkungsgrad 95,5 %.

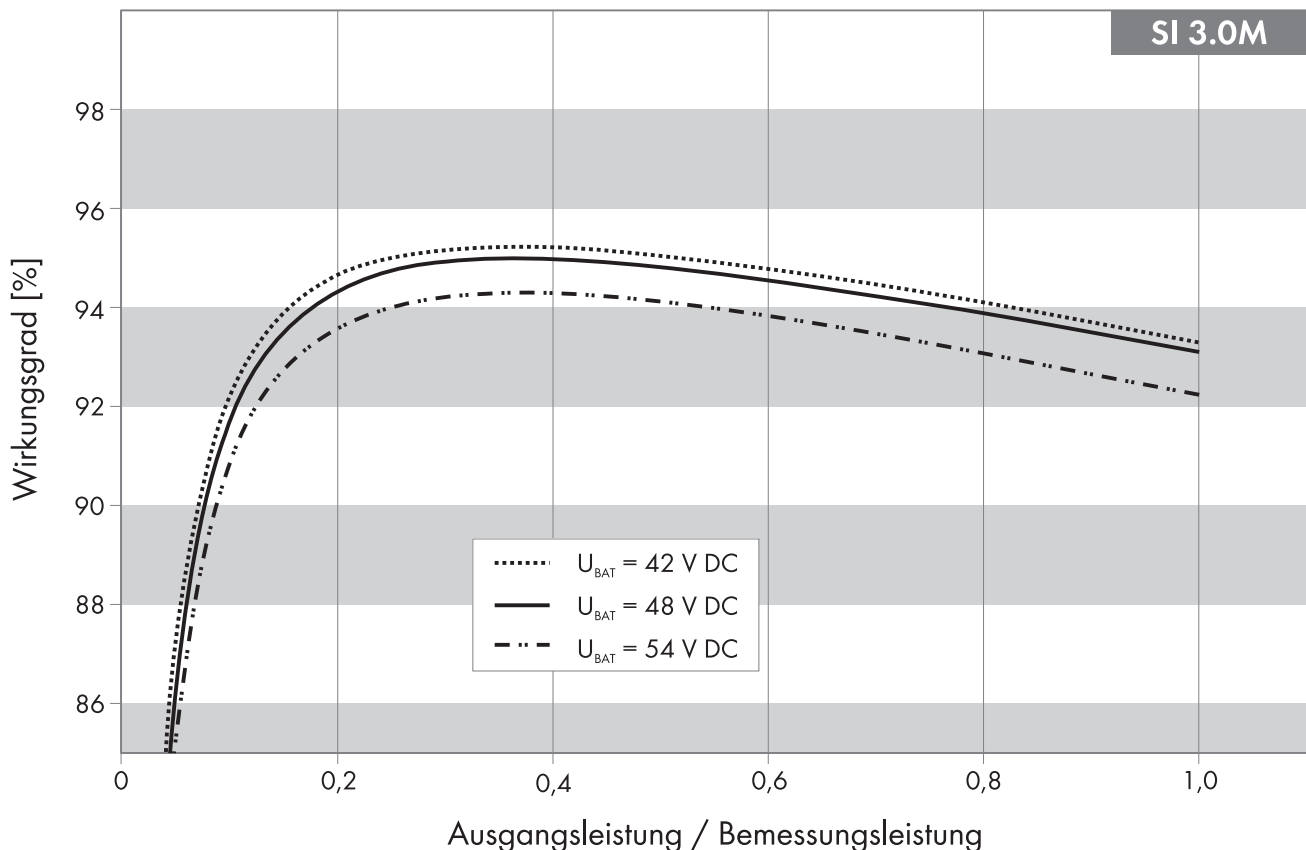


Abbildung 4: Wirkungsgradkurve Sunny Island 3.0M

Wenn es der Niedertarif zulässt, sollte deshalb beim Sunny Island 3.0M eine Ladeleistung von 690 W gewählt werden, um den besten Wirkungsgrad ausnutzen zu können. Wenn das gesamte Zeitfenster des Niedertarif allerdings zu kurz ist, um die geforderte Energie (in kWh) mit einer Ladeleistung von 690 W zu erreichen, kann es kostengünstiger sein, mit einer entsprechend höheren Leistung zu laden. Der mögliche Verlust an Leistung läge in diesem Fall bei etwa 2 % (Wirkungsgrad bei nominaler Ladeleistung 2300 W = 93,5 %).

3.3 Günstige PV-Energie in der Batterie halten

In den folgenden Situationen kann es sinnvoll sein, dass die in der Batterie gespeicherte Energie, nur zu einer bestimmten Zeit für den Verbrauch durch die Haushaltsgeräte zur Verfügung steht.

Situation 1:

Die Batterie enthält Energie aus einem günstigen Stromtarif oder von der lokalen PV-Anlage. Anstatt diese Energie zur Zeit des Nieder- oder Mitteltarifs zu verbrauchen, möchte der Anlagenbetreiber lieber bis zum Beginn des Hochtarifs warten, um dann die gespeicherte PV-Energie einzusetzen. So ist die Kosteneinsparung am höchsten.

Situation 2:

Die Batterie kann während des Niedertarifs innerhalb von 2 Stunden bei idealer Ladeleistung voll geladen werden. Das Zeitfenster, in dem das Energieversorgungsunternehmen den Niedertarif gewährt, ist aber länger als 2 Stunden. Um zu vermeiden, dass gespeicherte Energie aus der Batterie innerhalb des Niedertarifs bereits wieder verbraucht wird, möchte der Anlagenbetreiber die Batterie für das restliche Niedertarifzeitfenster blockieren.

Aktion:

- Definieren Sie ein Batterieladezeitfenster mit einer sinnvollen Ladeleistung (siehe Kapitel 3.2 "Kosteneinsparung optimieren", Seite 8) für die notwendige Zeitdauer, um die geforderten kWh zu laden (siehe Kapitel 2.2 "Batterieladezeitfenster festlegen", Seite 5).

- Definieren Sie ein Batterieladezeitfenster mit einer Ladeleistung = 0 W, das vom Ende des vorherigen Ladezeitfensters bis zum folgenden Zeitpunkt reicht:
 - Anfangszeitpunkt des Hochtariffensters (für Situation 1)
 - Endzeitpunkt des Niedertariffensters (für Situation 2)

Damit blockieren Sie das Laden und Entladen der Batterie so lange, bis es je nach Situation sinnvoll ist, die Energie aus der Batterie wieder für die Verbraucher zu verwenden.

- Falls der Niedertarif bereits vor dem aktiven Batterieladezeitfenster mit der Ladeleistung > 0 W beginnt, wird empfohlen den Anfangsbereich des Niedertariffensters auf gleiche Art und Weise zu blockieren .

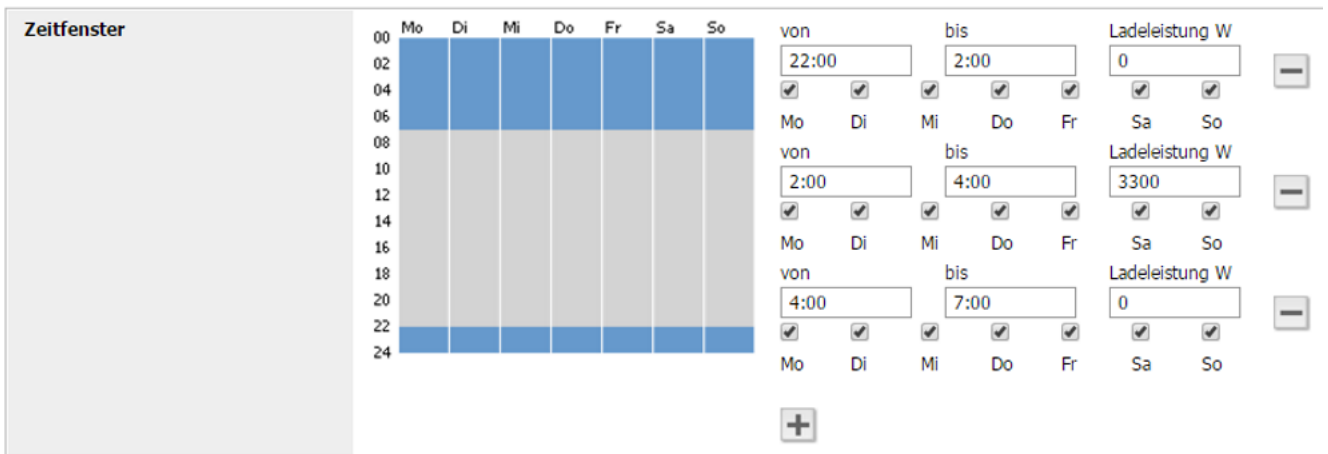


Abbildung 5: Batterieladezeitfenster im Niedertarif blockieren

4 Fehlersuche

Falls die folgenden Erklärungen keine Lösung für Ihr Problem liefern, wenden Sie sich bitte an die SMA Service Line.

Problem	Erklärung
Die Batterie lädt nicht, obwohl das Zeitfenster für die Batterieladung aktiv ist.	In Abhängigkeit von den internen Batteriefunktionen kann es vorkommen, dass das Batteriemanagementsystem (BMS) das Laden oder Entladen nicht immer zulässt. Die Batterie schützt sich gegen Einflüsse, die Schäden an ihrem inneren Aufbau verursachen könnten.
Wenn das Zeitfenster für die Batterieladung aktiviert ist, werden die Eigenverbrauchs- und Autarkiequote im Sunny Portal nicht mehr angezeigt.	Die Funktionsweise ist korrekt. Da die Batterie zum Laden auch Strom aus dem öffentlichen Stromnetz ziehen kann, können die genannten Quoten nicht länger berechnet werden. Nach dem Löschen aller Einstellungen für das Batterieladezeitfenster werden die Quoten für den nächsten kumulierten Zeitraum (Tag, Monat, Jahr) wieder angezeigt.
Unter den Einstellungen im Batterieladezeitfenster kann keine hohe Ladeleistung eingestellt werden.	Das System akzeptiert automatisch nur die Nennleistung des jeweiligen Batterie-Wechselrichters (z. B. Sunny Island 4.4M: Maximale Ladeleistung = 3300 W).

SMA Solar Technology

www.SMA-Solar.com

