



**P3** ENERGY  
MANAGEMENT  
SYSTEM

BENCHMARK 

**P3**

P3 Group GmbH

Heilbronner Str. 86  
70191 Stuttgart

P3 Energy Lab

Karlstraße 5  
49074 Osnabrück

Version 1.1  
11.06.2024



## Motivation

Der fortschreitende Übergang zu erneuerbaren Energien macht das Laden von Elektrofahrzeugen (BEV) zu einem wichtigen Element eines ganzheitlichen intelligenten Energie-Ökosystems. BEV-Batterien können als Speicherkapazität genutzt werden, um das Netz in Zeiten schwankender erneuerbarer Energieversorgung zu unterstützen. Bei sogenannten Vehicle-to-Home (V2H)-Anwendungsfällen steht die lokale Optimierung hinter dem Zähler im Mittelpunkt. Dafür ist eine enge Interaktion zwischen dem Laden von Elektrofahrzeugen und anderen Verbrauchern erforderlich, beispielsweise lokalen Batteriespeichern, Photovoltaik-Anlagen (PV-Anlagen) oder Wärmepumpen. Ein wesentlicher Bestandteil für die lokale Optimierung ist das Energy Management System (EMS), welches die Nachfrage und das Angebot hinter dem Zähler überwacht und ausgleicht, mit dem Ziel, die Lasten zu optimieren.

Im P3-Labor für intelligente Lade- und Energielösungen (P3 Energy Lab) wurden verschiedene EMS Lösungen getestet. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf PV-Überschussladen und den daraus resultierenden Indikatoren, Eigenverbrauch und Autarkiegrad. Dieser EMS Benchmark liefert erste Erkenntnisse über die Effektivität und Leistungsfähigkeit von Optimierungsmöglichkeiten für EMS-Lösungen auf dem deutschen Markt mit dem Fokus auf PV-optimiertes Laden von Elektrofahrzeugen. Darüber hinaus können die Benchmark-Ergebnisse Entscheidungsträgern aus der Energie- und Mobilitätswirtschaft helfen, erfolgreiche Dienstleistungsangebote zu entwickeln und geeignete Partner auszuwählen. Der im Jahr 2023 veröffentlichte P3 Wallbox Benchmark verglich Modelle von Wallboxen auf deren Funktionalität und prüfte dabei auch die Verfügbarkeit intelligenter Ladefunktionen. Der EMS Benchmark mit Schwerpunkt „PV-Überschussladen“ stellt dabei eine Erweiterung im Anwendungsfall auf Basis der Ergebnisse des P3 Wallbox Benchmark dar.

Das intelligente Lade- und Energie-Ökosystem weist einen hohen Grad an Komplexität auf und besteht aus mehreren Ökosystem-Elementen, die harmonisiert werden müssen, um eine lokale Optimierung für Anwendungsfälle wie das „PV-optimierte Laden“ zu ermöglichen. Ein nahtloses und enges Zusammenspiel des BEV-Ladevorgangs mit anderen intelligenten Energiegeräten, wie z. B. lokalen Batteriespeichern, PV-Systemen, Wärmepumpen oder Smart-Home-Geräten (bspw. Waschmaschine, Geschirrspüler, etc.), ist erforderlich. Energie Management Systeme (EMS) stellen eine wichtige Voraussetzung für die lokale Optimierung dar, da es alle Schnittstellen zwischen den Elementen des Ökosystems integriert und darüber hinaus den Energiebedarf und das Energieangebot zwischen diesen Elementen überwacht und ausgleicht. EMS sind in der Regel eine Kombination aus Hardware-IoT-Geräten (lokales Gateway) und Software (Cloud-Anwendung), die die Steuerungsalgorithmen und die Protokollkommunikation implementieren. EMS arbeiten in einem Area Network (HAN), das als privates drahtloses oder drahtgebundenes Netzwerk beschrieben werden kann.

Zu den überwachten Geräten können BEV-Ladegeräte (Wallboxen), PV-Systeme, Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage, Batteriespeichersysteme, Haushaltsgeräte und andere Messgeräte wie intelligente Zähler gehören. Um eine Interaktion mit dem EMS zu ermöglichen und Informationen abzurufen, können Schnittstellen wie Mobile Apps verwendet werden. Zu den Kernfunktionen von EMS gehören Überwachung, Protokollierung, Steuerung und Verwaltung. Das Management ist die wichtigste Funktion von EMS und optimiert die Effizienz des Stromverbrauchs im Haushalt auf der Grundlage verschiedener Ziele. Im Kern regelt das EMS die Verbraucher so, dass deren Leistungsbedarf in Zeiten mit Überangebot an PV oder günstige Stromkostenfenster fallen. Das oberste Ziel ist die Maximierung des Eigenstromanteils. Das EMS muss jedoch mit einer Vielzahl von elektrischen Geräten in einem Haushalt, einer Multi-Objektivität der Haushalte und einer Ungewissheit der Stromerzeugung und der Verbrauchsmuster umgehen. Hinzu kommt, dass die Kommunikation zwischen EMS und elektrischen Geräten noch nicht standardisiert ist. P3-Analysen und Experteninterviews haben ergeben, dass in Deutschland derzeit bis zu sechs verschiedene Kommunikationsprotokolle für die EMS-Kommunikation verwendet werden.



**Lukas Schriewer**  
Team Lead  
Charging Technology



**Michael Göttlicher**  
Technology Lead  
Charging Technology



**Florian Oest**  
Consultant  
E-Mobility



**Tobias Steggemann**  
Consultant  
E-Mobility



**Karl-Pierre Kipry**  
Analyst  
E-Mobility



## Auswahl von EMS Lösungen im deutschen Markt

Nach der Analyse mehrerer EMS-Lösungen auf dem deutschen Markt lassen sich EMS in zwei Hauptkategorien unterteilen: „Cloud-basierte“ EMS und „Lokale Gateway“ EMS. Die meisten EMS-Lösungen auf dem Markt sind „Lokale Gateway“ EMS, bei denen das Gerät lokal vor Ort installiert werden muss. Das physische Gerät fungiert als IoT-Gateway, das das lokale EMS mit der EMS-Cloud verbindet. Diese „Lokale Gateway“-Geräte können weiter in zwei Kategorien unterteilt werden, die hier als "Standalone" und "Integrierte" EMS beschrieben werden:

- "Standalone" EMS-Lösungen sind physische Steuerboxen, die für die intelligente Energiekontrolle und lokale Optimierung von Energiegeräten vorgesehen sind. Beispielsweise werden sie direkt in den Haushaltsschaltkreis integriert (z.B. durch die Installation im Schaltschrank). Alternativ können einige "Standalone"-Lösungen ohne direkte Integration in den Stromkreis betrieben werden, indem zusätzliche Komponenten wie ein Smart Meter verwendet werden, um alle relevanten Daten aus dem lokalen Netz zu erhalten und dann zu steuern.
- "Integrierte" EMS-Lösungen sind Geräte, die EMS-Funktionalität in ihre Hauptprodukte integriert haben. Dazu gehören beispielsweise BEV-Ladegeräte (Wallboxen), die ein integriertes Energiemanagementsystem speziell für die PV-optimierte Ladung haben, oder Heimspeichersysteme, welche netzunterstützendes Laden und Entladen über ein integriertes Energiemanagementsystem ermöglichen.

Zusätzlich zu den oben beschriebenen „Lokalen Gateway“-EMS gibt es auch eine zunehmende Anzahl von „Cloud-basierten“ EMS-Lösungen (nur Cloud und App, kein Hardwaregerät) auf dem Markt. Diese nutzen die verschiedenen API-Schnittstellen der jeweiligen Energiekomponenten (wie z.B. Wallbox, Wechselrichter und Energiezähler) und steuern diese, basierend auf den gemessenen Energieflüssen. Dies verursacht geringere Kosten und erfordert weniger Aufwand für die Installation und Konfiguration vor Ort. Eine stabile Onlineverbindung zwischen den Energiegeräten und der EMS-Cloud ist zwingend erforderlich, um den erfolgreichen Betrieb des Energiemanagements sicherzustellen.

Für den ersten P3 EMS Benchmark wurden auf Basis vorangegangener Analysen und Experteninterviews, die folgenden Marktlösungen mit Schwerpunkt „Home Anwendung“ und „Endkundenangebot (B2C)“ ausgewählt.

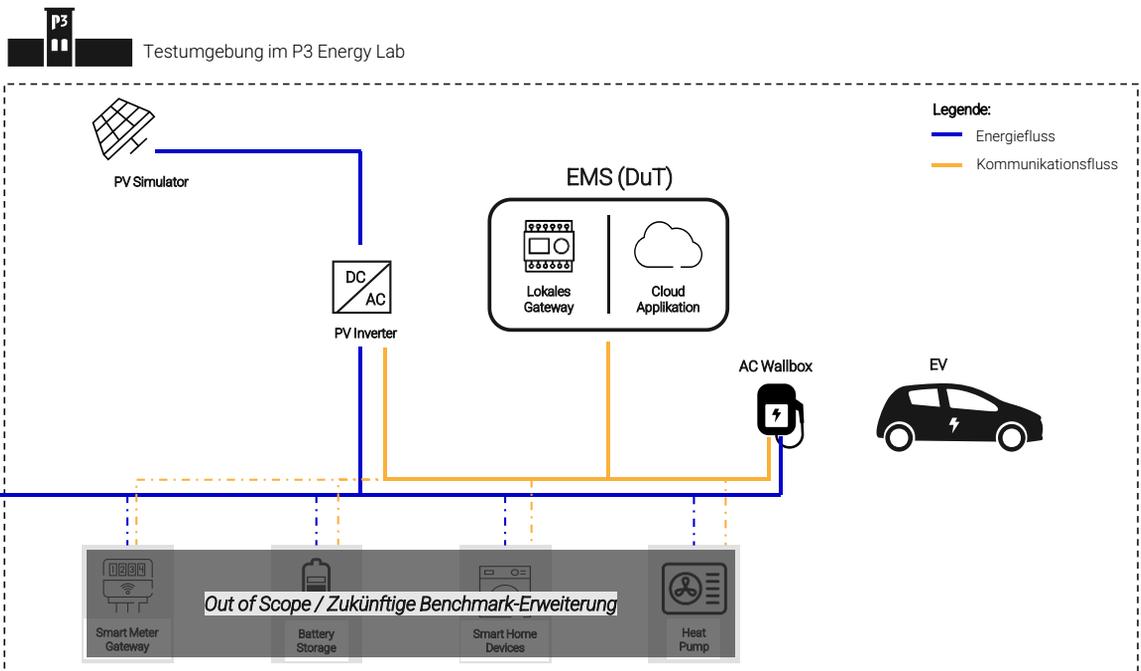
<p><b>Hager   XEM470</b> </p> <p>Anschaffungskosten: 550 € Zus. Komponenten: 550 € Lizenzen: -</p> <p>1  </p>	<p><b>Smartfox   Pro 2</b> </p> <p>Anschaffungskosten: 900 € Zus. Komponenten: - Lizenzen: 20€ p.a.</p> <p>5  </p>
<p><b>Go-e   Controller</b> </p> <p>Anschaffungskosten: 250 € Zus. Komponenten: - Lizenzen: -</p> <p>2  </p>	<p><b>Clever PV</b> </p> <p>Anschaffungskosten: - Zus. Komponenten: 115 € Lizenzen: 72€ p.a.</p> <p>6  </p>
<p><b>Smappee   Infinity</b> </p> <p>Anschaffungskosten: 1360 € Zus. Komponenten: - Lizenzen: -</p> <p>3  </p>	<p><b>SMA   Sunny Home Manager 2.0</b> </p> <p>Anschaffungskosten: 620 € Zus. Komponenten: - Lizenzen: -</p> <p>7  </p>
<p><b>Solar Manager</b> </p> <p>Anschaffungskosten: 850 € Zus. Komponenten: 115 € Lizenzen: 48€ p.a.</p> <p>4  </p>	<p> <b>agnostisches System</b> – ausgelegt um mit einer Vielzahl an Geräten und Herstellern zu funktionieren</p> <p> <b>proprietäres System</b> – konzipiert um mit Geräten des gleichen Herstellers zu arbeiten</p>

Alle Preise wurden auf einen Euro gerundet



## Testaufbau und -szenarien für EMS Benchmark

Die Testumgebung des EMS-Benchmarks soll ein typisches Haushaltssystem darstellen, um realistische Bedingungen für die Bewertung von EMS in einer experimentellen Demonstration zu schaffen. Diese Umgebung ist vereinfacht und besteht aus einem PV-Simulator, einem PV-Wechselrichter und einem BEV-Ladegerät (AC Wallbox). Der Verteilerschrank enthält das EMS, Leistungsmessgeräte sowie Sicherungen und Stromkreissschutz. Die Geräte sind dreiphasig an den Verteilerschrank angeschlossen. Der PV-Simulator simuliert die Anordnung der PV-Paneele und ist über eine DC-Verbindung mit dem PV-Wechselrichter verbunden. Ein PV-Simulator wird anstelle einer realen PV-Anlage verwendet, um die Reproduzierbarkeit zu gewährleisten und die dynamische Anpassung der PV-Einspeisung zu ermöglichen.



Mit Hilfe des PV-Simulators werden für den Performance Test zwei verschiedenen Szenarien über einen Zeitraum von je 5 Stunden abgefahren. Die Szenarien simulieren hierbei die PV-Erzeugnisse eines sonnigen Tages und die eines wolkigen Tages, an dem die Solar Paneele teils verschattet sind. Die jeweiligen Kurven werden mit der von der Wallbox geladenen Energie übereinander gelegt und aus den Daten werden dann die KPIs des Autarkiegrad und Eigenverbrauch ermittelt. Die KPIs Autarkiegrad und Eigenverbrauch sind aufgrund des genutzten Versuchsaufbaus mit Schwerpunkt Wallboxladen (einzige Last) als solare Deckungsquote (statt Autarkiegrad) und solare Eigenverbrauchsquote (statt Eigenverbrauch) zu verstehen.

Im Rahmen des P3 EMS Benchmark wurden alle EMS umfassenden Testreihen unterzogen. Im Rahmen der Tests wurde zunächst die physische Inbetriebnahme untersucht. Anschließend wurden die EMS in die Testumgebung eingebunden. Die Energie-Management-Lösungen wurden hinsichtlich des PV-Überschuss-Ladens konfiguriert und mit einem PV-Simulator sowie dem gleichbleibenden Wechselrichter und der Wallbox getestet. Nur bei Auffälligkeiten oder Inkompatibilität wurde das Testsetup mit den jeweiligen Komponenten angepasst. Für alle Tests wurde ein Mini Cooper SE der P3-Flotte als Testfahrzeug genutzt.

## Übersicht der Testkonfigurationen für die EMS Benchmark Durchführung

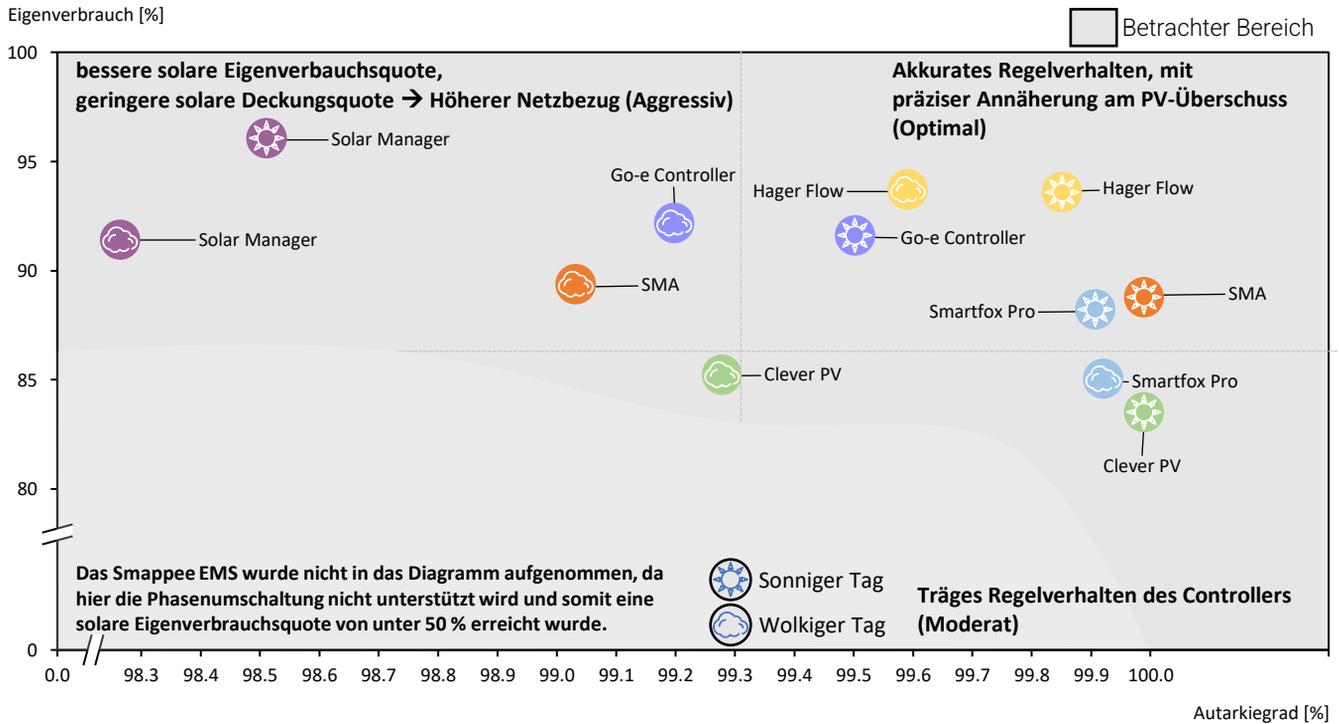
EMS Typ	EMS	Wechselrichter	Smart Meter	Wallbox	Fahrzeug
<b>Agnostisch</b>	 EMS (Geprüftes Gerät)	 Fronius Symo	Optional	 Alfen Eve-Single Pro-Line	 Mini Cooper SE
<b>Proprietär</b>	 Hager XEM470	 Fronius Symo	 Hager ECR380D	 Hager Witty Solar	 Mini Cooper SE
<b>Proprietär</b>	 Go-e Controller	 Fronius Symo	n/a	 Go-e Gemini Flex	 Mini Cooper SE
<b>Proprietär</b>	 Smappee Infinity	 Fronius Symo	n/a	 Smappee EV Wall Business	 Mini Cooper SE
<b>Agnostisch</b>	 Solar Manager	 Fronius Symo	 Shelly EM3	 Alfen Eve-Single Pro-Line	 Mini Cooper SE
<b>Agnostisch</b>	 Smartfox Pro 2	 Fronius Symo	n/a	 Alfen Eve-Single Pro-Line	 Mini Cooper SE
<b>Agnostisch</b>	 Clever PV	 Fronius Symo	 Shelly EM3	 Go-e Gemini Flex	 Mini Cooper SE
<b>Proprietär</b>	 SMA Sunny Home Manager 2.0	<sup>1)</sup> SMA Tripower 6.0	n/a	 SMA EV Charger	 Mini Cooper SE

Quelle: 1) SMA

Abweichend vom Ziel Setup

- Die Zielkonfiguration des EMS-Benchmarks besteht aus einem agnostischen EMS in Kombination mit dem Fronius Symo PV-Wechselrichter und der Alfen Eve-Single Pro-Line Wallbox. Im optimalen Fall wird kein zusätzlicher Smart Meter benötigt. Als Testfahrzeug für das Laden stand der Mini Cooper SE zur Verfügung.
- Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, sollten die zu testenden Energy Management Systeme mit der gleichen Wallbox, Alfen Eve-single Pro Line, getestet werden. Sofern keine Kompatibilität gegeben war, wurden alternativ Wallboxen verwendet.
- Die proprietären Systeme wurden mit der entsprechenden Wallbox getestet.
- Alle aktuellen Tests wurden mit einem Fronius Symo PV-Wechselrichter durchgeführt. Mit Ausnahme des Solar Manager, benötigten keine der aktuell getesteten EMS eine direkte Verbindung zum PV-Wechselrichter, sondern konnte entweder über einen zusätzlichen Smart Meter, eine direkte Verbindung zum EMS oder über Stromschellen ausgelesen werden, so dass keine Abhängigkeit vom Wechselrichter bestand.
- Der Test wurde mit dem Mini Cooper SE durchgeführt, um die Ergebnisse zu vereinheitlichen. Es ist zu beachten, dass der Mini Cooper SE On-Board Charger in Plateaus lädt, so dass nicht jeder beliebige Ladewert in das Fahrzeug eingespeist wird. Der minimale Ladestrom beträgt 6 Ampere und die Phasenumschaltung wird nativ unterstützt.

## Zusammenfassung der EMS Benchmark Ergebnisse



Im Test wurden Eigenverbräuche zwischen 47,71 % (Smappee – Wolkiger Tag) und 95,99 % (Solar Manager – Sonniger Tag) und Autarkiegrade zwischen 98,28 % (Solar Manager – Wolkiger Tag) und 100 % (Smappee – Sonniger Tag) gemessen. Die Werte wurden in einem Diagramm dargestellt, das die Ergebnisse der Tests zeigt.

Um eine übersichtliche Darstellung der einzelnen Ergebnisse zu ermöglichen, wurde das EMS von Smappee nicht mit eingetragen, da dieses aufgrund der fehlenden Phasenumschaltung zu geringe Eigenverbräuche im Test aufweist.

### Energie Manager reagieren, anstatt alles vorherzusagen

Die Frage, warum Hersteller wie Clever PV im Sonnigen Test einen Autarkiegrad von 100 % und dann im Wolkigen Tag „nur“ 99,28 % erreichen, kann folgende Erklärung haben: Die maximal nutzbare Energie aus dem PV-Überschuss ist eine Reaktion. Das heißt, dass die aktuelle Leistung der PV-Anlage gemessen, im EMS verarbeitet und dann an die Wallbox weitergegeben wird. Im Test mit vielen Einbrüchen reagiert das EMS nicht sofort und regelt verzögert.

### EMS können 100% Eigenverbrauch schaffen

Energie Management Systeme können in der Theorie 100% Eigenverbrauch schaffen, jedoch sind im realen Test das Fahrzeug und andere Verbraucher der limitierende Faktor.

Der On-Board Charger (Regeleinheit zum Laden der Fahrzeugbatterie) des im EMS Benchmark genutzten Mini Cooper SE, kann nicht jede beliebige Ladeleistung verarbeiten. Dies zeigt sich darin, dass die geladene aktuelle Energie schrittweise der verfügbaren PV-Energie angepasst wird. Erst wenn genug Leistung durch die PV-Anlage verfügbar ist, wird die Ladeleistung auf die nächste Stufe angepasst. Die zwischenzeitlich überschüssige Energie wird dann in das Netz eingespeist, oder je nach Regelung zusätzlich benötigte Energie aus dem Netz entnommen. Systeme, wie der Solar Manager gehen dazu über, schnell zwischen den Stufen zu wechseln, wodurch der Eigenverbrauch steigt – der Netzbezug jedoch auch.

### Abgestimmte Systeme performen besser

Ein optimales Verhältnis von Eigenverbrauch zu Autarkiegrad weisen vornehmlich die proprietären Systeme auf, welche mit der eigenen Wallbox getestet wurden. Die Hager- und Go-e-Controller performen im Test sehr gut, da diese Systeme aufeinander abgestimmt sind. Bei aufeinander abgestimmten Systemen sind Faktoren wie Kommunikation und Verhalten für die Phasenumschaltung von entscheidender Bedeutung. Bei agnostischen Systemen hingegen ist lediglich eine Kompatibilität mit bestimmten Wallboxen gegeben, eine detaillierte Abstimmung zwischen den Komponenten ist meist noch nicht vorhanden.

## Ergebnis Übersicht

## Hager | Energy Manager XEM470

Hager |  
Energy Manager  
XEM470



Wechselrichter



Fronius |  
Symo

Smart meter



Hager |  
Energy Meter

Wallbox



Hager |  
Witty Solar

	Kosten
EMS <sup>1)</sup>	550,00 €
Zusätzliche Komponenten <sup>2)</sup>	550,00 €
Software (pro Jahr)	-
	<b>1.100,00 €</b>

- Der Energy Manager wird für die Hutschienen-Montage entwickelt und einfach einzubauen.
- Zusätzlich zum EMS wird ein Smart Meter von Hager benötigt, um die eingespeiste Leistung der PV-Anlage zu messen.
- Die Verbindung zum Energy Manager erfolgt über eine RS485-Schnittstelle mit Modbus-RTU-Protokoll (Wallbox & Smart Meter).
- Die Wallbox Hager Witty Solar wird für die Inbetriebnahme des Hager Flow Energy Management Systems benötigt, da sie ausschließlich mit dem EMS von Hager kompatibel ist.
- Der Energy Manager wird mit drei Phasen in das bestehende Anschlussnetz integriert und benötigt eine Verbindung zum Neutraleiter.
- Die Inbetriebnahme erfolgt über das Online-Portal "Hager Flow", das einfach über einen QR-Code in der Betriebsanleitung aufgerufen werden kann.
- Es fallen Fixkosten für das EMS und das Smart Meter an, wohingegen weitere laufende Kosten für die EMS-Nutzung nicht anfallen.

### Eigenverbrauch

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \ddot{U}}{\text{Erzeugte PV Energie}} = \frac{17,13 \text{ kWh}}{18,30 \text{ kWh}} = 93,62\%$$

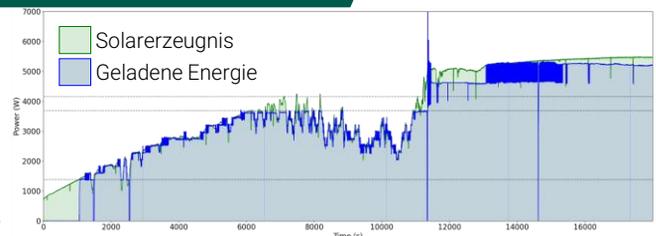
### Autarkiegrad

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \ddot{U}}{\text{Geladene Energie Gesamt}} = \frac{17,13 \text{ kWh}}{17,20 \text{ kWh}} = 98,28\%$$

### Wolkiger Tag

#### Performance Wolkiger Tag

Bei der Ladekurve des Hager Energy Manager ist ein geringes Rauschen erkennbar. Dieses Rauschen der oberen Kurve wird genutzt, um die Differenz zwischen Ladeleistung und PV-Einspeisung zu optimieren und somit das Optimum an Energie zu nutzen. Das Rauschen muss dabei so fein aufgenommen werden, dass das Integral unter der Kurve (Flächeninhalt) ein Maximum an PV-Erzeugnis ausnutzen kann. Der Hager Energy Manager regelt sehr verhalten, sodass nur 0,07 kWh bezogener Energie aus dem Netz entspricht. Die Ladeleistung wird konservativ geregelt, sodass 1,31 kWh Energie in das Netz gespeist werden. Dies hat zur Folge, dass der Eigenverbrauch entsprechend geringer ausfällt und ein Wert von 93,62 % erarbeitet wird.



Energie	
Bezogene Energie aus dem Netz	0,07 kWh
Eingespeiste Energie ins Netz	1,31 kWh
Geladene Energie Gesamt	17,20 kWh
Geladene Energie aus PV Überschuss	17,13 kWh

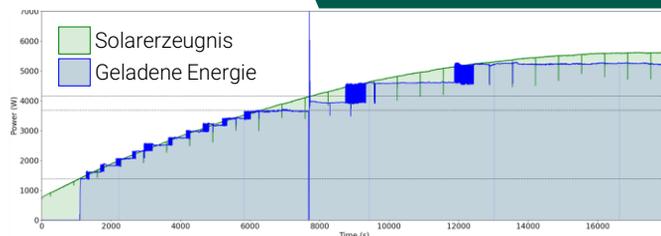
### Sonniger Tag

#### Eigenverbrauch

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \ddot{U}}{\text{Erzeugte PV Energie}} = \frac{19,08 \text{ kWh}}{20,37 \text{ kWh}} = 93,66\%$$

#### Autarkiegrad

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \ddot{U}}{\text{Geladene Energie Gesamt}} = \frac{19,08 \text{ kWh}}{19,10 \text{ kWh}} = 99,86\%$$



Energie	
Bezogene Energie aus dem Netz	0,03 kWh
Eingespeiste Energie ins Netz	2,41 kWh
Geladene Energie Gesamt	19,10 kWh
Geladene Energie aus PV Überschuss	19,08 kWh

#### Performance Sonniger Tag

An sonnigen Tagen werden lediglich 0,03 kWh an Energie aus dem Netz bezogen. Auch hier geht die konservative Regelung, welche versucht, die Ladeleistung mit maximalem PV-Überschuss, aber ohne Netzbezug anzureichern, zu Lasten des Eigenverbrauchs, welcher bei 93,66 % liegt. Der Hager Energy Manager zeigt beim Phasenwechsel von 1-phasigem auf 3-phasigen Betrieb einen Umschaltmoment und startet mit der vollen Leistung von 11 kW, was den Ausreißer erklärt. Durch das konservative Ladeverhalten ergibt sich beim Hager Energy Manager ein Autarkiegrad von 99,86 %. Dies liegt daran, dass eher Energie in das Netz eingespeist wird als dass sie aus dem Netz bezogen wird.

# Ergebnis Übersicht

# Go-e Controller



Go-e | Controller



Wechselrichter



Fronius | Symo

Wallbox



Go-e | Gemini Flex

## Installation

- Für die Montage des Go-e Controllers ist eine Hutschiene Montage vorgesehen.
- Das EMS wird mit beigelegten Stromschellen betrieben, welche direkt an den Controller angeschlossen werden.
- Die Wallbox wird mittels LAN-Verbindung über das Netzwerk eingebunden und kann so betrieben werden.
- Der Go-e Controller wird über einen 3 Phasigen + Neutralleiter Anschluss an einem RCD angeschlossen und somit in Betrieb genommen.
- Die Konfiguration des EMS ist lediglich über die Go-e APP möglich.
- Das EMS unterstützt in erster Instanz eigene Go-e Wallboxen. Über eine API-Schnittstelle können auch weitere Typen mit eingebunden werden, was im Test jedoch nicht berücksichtigt wurde.
- Einstellungen an der Wallbox müssen über die Wallbox-App getätigt werden und können nicht über das EMS erfolgen.
- Neben den Anschaffungskosten fallen keine weiteren Kosten für die Nutzung des EMS an

	Kosten
EMS <sup>1)</sup>	250,00 €
Zusätzliche Komponenten	-
Software (pro Jahr)	-
	<b>250,00 €</b>

## Eigenverbrauch

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \bar{U}}{\text{Erzeugte PV Energie}} = \frac{16,85 \text{ kWh}}{18,27 \text{ kWh}} = 92,25\%$$

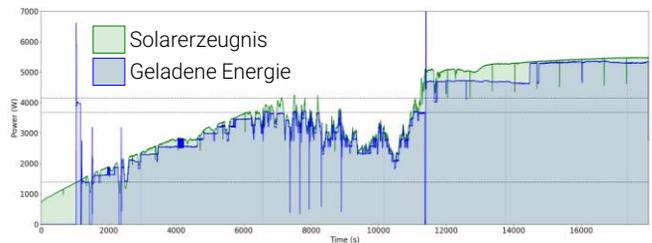
## Autarkiegrad

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \bar{U}}{\text{Geladene Energie Gesamt}} = \frac{16,85 \text{ kWh}}{16,99 \text{ kWh}} = 99,2\%$$

## Wolkiger Tag

### Performance Wolkiger Tag

Die PV-Ladekurve des Go-e Controller zeigt wenige Überschwinger, was den Netzbezug der Wallbox reduziert. Dies führt zu einem guten Autarkiegrad von 99,2%, insgesamt wurden 136 Wh aus dem Netz bezogen. Die Regelung der Ladeleistung führt zu einer guten Abbildung der PV-Kurve, lediglich 1,42 kWh der erzeugten PV-Energie werden in das Netz eingespeist. Während des Ladeprozesses gibt es nahezu keine Unterbrechungen. Beim Unterschreiten der Schwellwerte für die Umschaltung zwischen ein- und dreiphasigem Laden gibt es Ausreißer in der Ladekurve der zu einem erhöhten Netzbezug führt.



Energie	
Bezogene Energie aus dem Netz	0,136 kWh
Eingespeiste Energie ins Netz	1,42 kWh
Geladene Energie Gesamt	16,99 kWh
Geladene Energie aus PV Überschuss	16,85 kWh

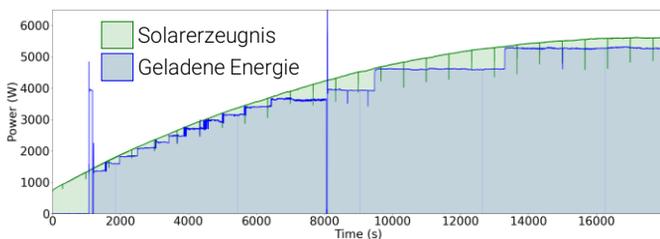
## Sonniger Tag

### Eigenverbrauch

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \bar{U}}{\text{Erzeugte PV Energie}} = \frac{18,62 \text{ kWh}}{20,34 \text{ kWh}} = 91,54\%$$

### Autarkiegrad

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \bar{U}}{\text{Geladene Energie Gesamt}} = \frac{18,62 \text{ kWh}}{18,71 \text{ kWh}} = 99,5\%$$



Energie	
Bezogene Energie aus dem Netz	0,093 kWh
Eingespeiste Energie ins Netz	1,72 kWh
Geladene Energie Gesamt	18,71 kWh
Geladene Energie aus PV Überschuss	18,62 kWh

### Performance Sonniger Tag

Auch beim sonnigen Tag kann der Go-e Controller mit einem Wert von 93 Wh Netzbezug ein gutes Ergebnis vorweisen. Mit 91,54 % fällt der Eigenverbrauch an einem sonnigen Tag sehr gut aus, der Autarkiegrad kann an einem sonnigen Tag auf 99,5 % gesteigert werden. Die Ladekurve zeigt, dass die Wallbox die PV-Kurve an den meisten Stellen gut abbilden kann.

Quelle: 1) Go-e Website

# Ergebnis Übersicht

# Smappee | Infinity



Smappee | Infinity



Wechselrichter



Fronius | Symo

Wallbox



Smappee | EV Wall Business

- Das Smappee Infinity Set kann mithilfe magnetischer Rückseiten einfach in der Tür des Schaltschranks angebracht werden. Die Stromschellen-Hubs des Systems mit Kabelbindern auf der Hutschiene montiert werden.
- Im Infinity Set sind alle benötigten Komponenten für PV-Überschussladen enthalten.
- Durch die Verwendung zweier Stromschellen-Sets auf der Netz- und PV-Seite ist das Smappee EMS mit allen PV-Wechselrichtern kompatibel, kann jedoch aufgrund der Proprietären Lösung nur mit Smappee eigenen Wallboxen verwendet werden.
- Im Set sind vorkonfektionierte Kabel dabei, die einfach an einen RCD angeschlossen werden müssen. Über Verbindungsleitungen werden die weiteren Komponenten mit Energie versorgt.
- Einrichten lässt sich das System sehr schnell und einfach mit der Smappee-App.
- Neben den Anschaffungskosten fallen keine weiteren Kosten für die Nutzung des EMS an

	Kosten
EMS <sup>1)</sup>	1.360,00 €
Zusätzliche Komponenten	-
Software (pro Jahr)	-
	<b>1.360,00 €</b>

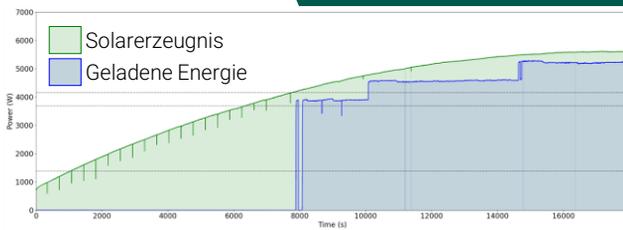
## Sonniger Tag

### Eigenverbrauch

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \ddot{U}}{\text{Erzeugte PV Energie}} = \frac{12,86 \text{ kWh}}{20,34 \text{ kWh}} = 63,23\%$$

### Autarkiegrad

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \ddot{U}}{\text{Geladene Energie Gesamt}} = \frac{12,86 \text{ kWh}}{12,86 \text{ kWh}} = 100\%$$



	Energie
Bezogene Energie aus dem Netz	0,0 kWh
Eingespeiste Energie ins Netz	7,48 kWh
Geladene Energie Gesamt	12,86 kWh
Geladene Energie aus PV Überschuss	12,86 kWh

### Performance Sonniger Tag

Im Test stellte sich heraus, dass Laden anschlussbedingt entweder nur ein- oder dreiphasig funktioniert. Nach Rücksprache mit dem Hersteller wurde uns mitgeteilt, dass das System einen Phasenwechsel hardwareseitig unterstütze, die Software jedoch zum aktuellen Zeitpunkt nicht dazu in der Lage sei. Die Simulation eines sonnigen Tags zeigt, dass das Smappee EMS sehr konservativ regelt und die Ladeleistung mit einer Leistungsdifferenz von ca. 300 W stets unterhalb der PV-Leistung verläuft. Damit wurde im Test ausschließlich mit PV-Energie geladen und ein Autarkiegrad von 100% erreicht, während der Eigenverbrauch bei 63,23% lag.

### Eigenverbrauch

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \ddot{U}}{\text{Erzeugte PV Energie}} = \frac{8,73 \text{ kWh}}{18,29 \text{ kWh}} = 47,71\%$$

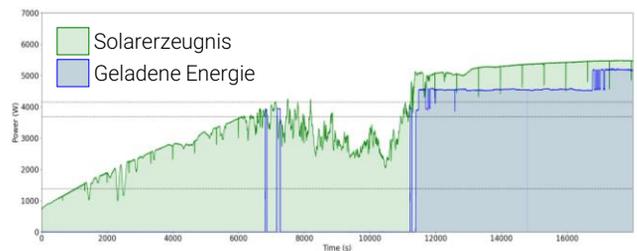
### Autarkiegrad

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \ddot{U}}{\text{Geladene Energie Gesamt}} = \frac{8,73 \text{ kWh}}{8,74 \text{ kWh}} = 99,8\%$$

### Performance Wolkiger Tag

Mangels Phasenwechselfunktion beginnt das System erst ca. 1,5 Minuten nach Erreichen des Schwellwertes von 3,9kW (3-Phasig) mit dem Laden. Werden die 3,9 kW PV-Leistung für 1,5 Minuten unterschritten, wird das System wieder abgeschaltet. So gelangen 9,61 kWh der erzeugten PV-Energie direkt ins Netz, weshalb der Eigenverbrauch mit 47,71% gering ausfällt. Aufgrund der konservativen Regelung des Smappee liegt jedoch der Autarkiegrad bei 99,8%.

## Wolkiger Tag



	Energie
Bezogene Energie aus dem Netz	0,02 kWh
Eingespeiste Energie ins Netz	9,61 kWh
Geladene Energie Gesamt	8,74 kWh
Geladene Energie aus PV Überschuss	8,73 kWh

## Ergebnis Übersicht

- Der Solar Manger kann je nach Ausführung entweder auf Hutschiene oder wie bei uns im Test, außerhalb des Zählerschranks aufgebaut werden. Die Montage fällt deshalb und dank guter Dokumentation sehr leicht aus.
- Für die Nutzung des Solar Managers wird ein externer Smart Meter benötigt, in unserem Test haben wir den Shelly 3EM für 114,95€<sup>2)</sup> genutzt und per WLAN in das System eingebunden
- Die Kommunikation mit PV-Wechselrichtern und Wallboxen erfolgt mittels Modbus TCP über Ethernet oder WLAN. Die Hutschienen-Version des Solar Managers ermöglicht weiter die Einbindung von Geräten mit Modbus RTU über eine RS485 Schnittstelle
- Unsere Ausführung wird mittels beigelegten Netzteils angeschlossen
- Die Konfiguration des Solar Manager erfolgt über App oder Web-Server, hierbei kann zwischen Installateur und Nutzer unterschieden.
- Unterstützt wird eine sehr große Auswahl an Herstellern und Geräten. In unserem Test wurde die Alfen EVE Single Pro-Line verwendet
- Der Solar Manager bietet ein BASIC (48€/Jahr) und ein PREMIUM-Abo (72€/Jahr) für unterschiedliche Anwendungszwecke an. Der erste Abo Jahr ist kostenfrei.

## Solar Manager



Solar Manager

Wechselrichter



Fronius | Symo

Smart Meter



Shelly | EM3

Wallbox



Alfen | Eve Single Pro-Line

	Kosten
EMS <sup>1)</sup>	850,00 €
Zusätzliche Komponenten <sup>2)</sup>	115,00 €
Software (pro Jahr) <sup>3)</sup>	48,00 €
	<b>1.013,00 €</b>

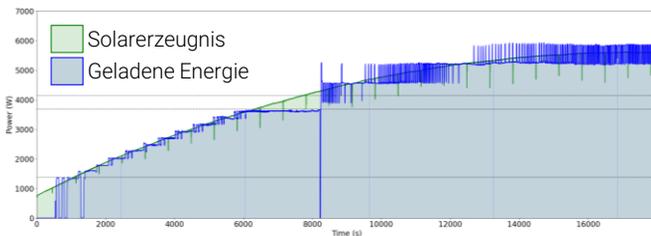
### Sonniger Tag

#### Eigenverbrauch

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \ddot{U}}{\text{Erzeugte PV Energie}} = \frac{19,56 \text{ kWh}}{20,37 \text{ kWh}} = 95,99\%$$

#### Autarkiegrad

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \ddot{U}}{\text{Geladene Energie Gesamt}} = \frac{19,56 \text{ kWh}}{19,85 \text{ kWh}} = 98,51\%$$



#### Energie

Bezogene Energie aus dem Netz	0,29 kWh
Eingespeiste Energie ins Netz	0,899 kWh
Geladene Energie Gesamt	19,85 kWh
Geladene Energie aus PV Überschuss	19,56 kWh

### Performance Sonniger Tag

Die PV-Ladekurve des Solar Managers zeigt deutlich viele Überschwinger oberhalb der PV-Kurve, ein Ergebnis seiner Regelstrategie, um überschüssige PV-Leistung zu nutzen. Die Spitzen dieser Überschwinger entsprechen genau dem nächsten Ladeplateau des On-Board Chargers (OBC). Der Solar Manager regelt umso schneller, je größer der Unterschied zwischen dem nächstgrößeren OBC-Ladeplateau und der verfügbaren PV-Leistung ist. Damit erreicht der Solar Manager einen sehr hohen Eigenverbrauchsanteil von 95,99%. Der Autarkiegrad beträgt 98,51%, mit 0,29 kWh Netzbezug.

### Eigenverbrauch

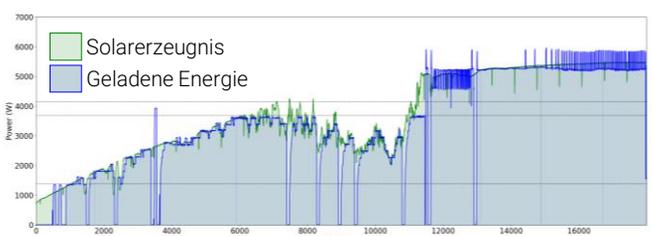
$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \ddot{U}}{\text{Erzeugte PV Energie}} = \frac{16,69 \text{ kWh}}{18,26 \text{ kWh}} = 91,40\%$$

### Autarkiegrad

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \ddot{U}}{\text{Geladene Energie Gesamt}} = \frac{16,69 \text{ kWh}}{16,97 \text{ kWh}} = 98,28\%$$

### Performance Wolkiger Tag

Der Cloudy Day Test zeigt einige Einbrüche in der Ladekurve, was auf eine geringe Hysterese hindeutet. Hierdurch fällt der Autarkiegrad allerdings nur geringfügig auf 98,28%. Gleichzeitig sorgt der Solar Manager mit seiner Regelstrategie der Überschwinger auf das nächste OBC-Plateau auch an bewölkten Tagen für einen sehr guten Eigenverbrauch von 91,40%.



#### Energie

Bezogene Energie aus dem Netz	0,29 kWh
Eingespeiste Energie ins Netz	1,67 kWh

#### Energie

Geladene Energie Gesamt	16,99 kWh
Geladene Energie aus PV Überschuss	16,69 kWh



## Ergebnis Übersicht

## Smartfox | Pro 2

Smartfox |  
Pro 2



Wechselrichter



Fronius |  
Symo

Wallbox



Alfen |  
Eve Single Pro-Line

	<b>Kosten</b>
EMS <sup>1)</sup>	900,00 €
Zusätzliche Komponenten	-
Software (pro Jahr) <sup>2)</sup>	20,00 €
	<b>920,00 €</b>

- Der Smartfox Pro 2 lässt sich per Hutschiene einfach in den Schaltkasten integrieren. Der Installationsprozess ist dank der umfassenden Dokumentation gut nachzuvollziehen.
- Für die Strommessung müssen einige Leitungen gelöst und mit speziellen Stromschellen versehen werden, die am Smartfox beiliegen. Es werden somit keine weiteren Komponenten benötigt
- Die Integration des Wechselrichters und der Wallbox erfolgen über die Schnittstellen RS485 oder Modbus TCP Schnittstelle.
- Unterstützt werden unter anderem Wallboxen der Unternehmen KEBA und Alfen, sowie Wechselrichter der Unternehmen Fronius und Kostal.
- Die Konfiguration des EMS kann wahlweise über das integrierte Display, per App oder Web-Portal erfolgen.
- Das System ist Agnostisch aufgebaut und kann somit mit verschiedenen Herstellern verwendet werden.
- Die Nutzung des EMS ist weitestgehend kostenfrei, allerdings fallen für das Ansteuern von Drittanbietergeräten, wie z.B. Wallboxen, Lizenzkosten an. In unserem Test waren das 199,- € für ein 10 Jahre Lizenz

### Eigenverbrauch

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \bar{U}}{\text{Erzeugte PV Energie}} = \frac{15,53 \text{ kWh}}{18,29 \text{ kWh}} = 84,91\%$$

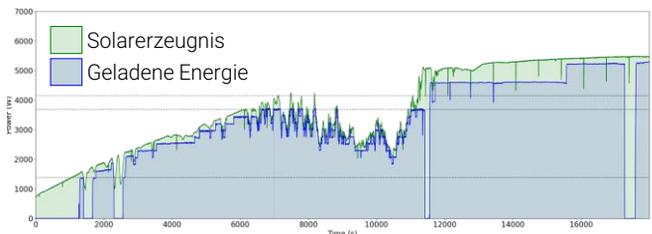
### Autarkiegrad

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \bar{U}}{\text{Geladene Energie Gesamt}} = \frac{15,53 \text{ kWh}}{15,54 \text{ kWh}} = 99,91\%$$

### Wolkiger Tag

#### Performance Wolkiger Tag

Die PV-Ladekurve des Smartfox Pro 2 zeigt nahezu keine Überschinger, was den Netzbezug der Wallbox auf ein Minimum reduziert. Dies führt zu einem sehr guten Autarkiegrad von 99,91% wobei lediglich 15 Wh aus dem Netz bezogen wurden. Die moderate Regelung der Ladeleistung führt gleichzeitig zu einem geringeren Eigenverbrauch von 84,91%, bei dem etwa 15% bzw. 2,83 kWh der erzeugten PV-Energie in das Netz eingespeist werden. Beim Unterschreiten der Schwellwerte für die Umschaltung zwischen ein- und dreiphasigem Laden als auch beim vollständigen Ladestopp gibt es in der Ladekurve nur wenige Unterbrechungen. Dies deutet darauf hin, dass die Hysterese und Regelwerte seitens Smartfox mit Bedacht eingestellt sind.



<b>Energie</b>	
Bezogene Energie aus dem Netz	0,015 kWh
Eingespeiste Energie ins Netz	2,83 kWh
Geladene Energie Gesamt	15,54 kWh
Geladene Energie aus PV Überschuss	15,53 kWh

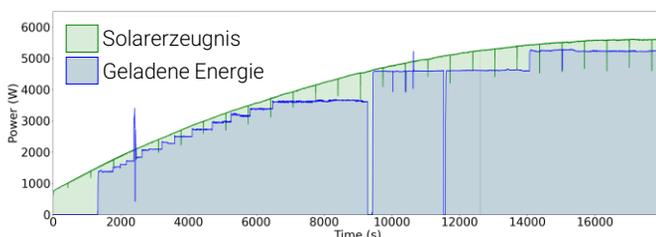
### Sonniger Tag

#### Eigenverbrauch

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \bar{U}}{\text{Erzeugte PV Energie}} = \frac{17,91 \text{ kWh}}{20,32 \text{ kWh}} = 88,14\%$$

#### Autarkiegrad

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \bar{U}}{\text{Geladene Energie Gesamt}} = \frac{17,91 \text{ kWh}}{17,93 \text{ kWh}} = 99,92\%$$



<b>Energie</b>	
Bezogene Energie aus dem Netz	0,015 kWh
Eingespeiste Energie ins Netz	2,48 kWh
Geladene Energie Gesamt	17,93 kWh
Geladene Energie aus PV Überschuss	17,91 kWh

#### Performance Sonniger Tag

Wie auch beim Performance Test des wolkigen Tages, werden bei sonnigen Tagen nur 15 Wh an Energie aus dem Netz bezogen. Mit 88,14% fällt der Eigenverbrauch an einem sonnigen Tag etwas besser aus, der ohnehin schon sehr gute Autarkiegrad von 99,92% unterscheidet sich zu einem bewölkten Tag praktisch nicht. Die Ladekurve zeigt, dass die Wallbox nur an sehr wenigen Stellen mit der maximal zur Verfügung gestellten Leistung des PV-Simulators lädt. Dies weist erneut auf eine eher moderate und vorsichtige Regelung hin, um möglichst keine Netzseitige Energie zu beziehen.

# Ergebnis Übersicht

# Clever PV



## Installation

- Shelly EM3 Stromzähler wird für den Betrieb benötigt 114,95 €
- Das EMS selber ist Cloudbasiert, daher ist keine physische Montage nötig
- App und Web-Server stehen zur Verfügung und können mittels QR Code erreicht werden. Klare Trennung zwischen User und Installer
- Anbindung externen Geräte ist möglich und gut beschrieben, allerdings in unserem Test fehlerhaft und aufwändig, da Einbindung mittels OCPP keine Adäquate Verbindung aufbaute und über API-Schnittstelle verbunden werden musste
- Parametrierung der Wallbox funktioniert gut, nicht alle Einstellungsmöglichkeiten sind gegeben. Generell sehr überschaubare Einstellungen möglich
- Parametrierung von Wechselrichter oder Smart Meter nicht möglich, dies muss bei den jeweiligen Geräten erfolgen. Einbindung hier über API machbar
- Die Basisversion des EMS wie SOC basiertes laden ist kostenlos zusätzliche Funktionen wie beispielsweise das PV-Überschussladen müssen allerdings durch ein monatliches Abo freigeschaltet werden. Die Kosten dafür belaufen sich derzeit auf 6€ monatlich

Clever PV  
(Cloud basiert)



### Wechselrichter



Fronius |  
Symo

### Smart Meter



Shelly |  
EM3

### Wallbox



Go-e |  
Gemini Flex

	Kosten
EMS	- €
Zusätzliche Komponenten <sup>1)</sup>	115,00 €
Software (pro Jahr) <sup>2)</sup>	72,00 €
	<b>187,00 €</b>

## Wolkiger Tag

### Eigenverbrauch

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \bar{U}}{\text{Erzeugte PV Energie}} = \frac{15,52 \text{ kWh}}{18,38 \text{ kWh}} = 85,18\%$$

### Autarkiegrad

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \bar{U}}{\text{Geladene Energie Gesamt}} = \frac{15,52 \text{ kWh}}{15,73 \text{ kWh}} = 99,28\%$$



### Energie

Bezogene Energie aus dem Netz	0,69 kWh
Eingespeiste Energie ins Netz	2,71 kWh
Geladene Energie Gesamt	15,73 kWh
Geladene Energie aus PV Überschuss	15,52 kWh

### Performance Wolkiger Tag

Auch bei bewölktem Himmel führt das moderate Regelverhalten des Clever PV zu einem hohen Autarkiegrad (99,28 %) und einem geringen Eigenverbrauch (85,18 %). Im Vergleich zu einer physischen EMS-Lösung ist die cloud-basierte Lösung aufgrund einer zeitlich größeren Verzögerung nicht in der Lage, so schnell zu regeln. Darüber hinaus ist eine vergleichsweise hohe Hysterese für den Phasenwechsel (1 auf 3-phasig) zu verzeichnen, was sich wiederum auf den Eigenverbrauch auswirkt und somit dessen Wert verringert.

## Eigenverbrauch

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \bar{U}}{\text{Erzeugte PV Energie}} = \frac{16,93 \text{ kWh}}{20,34 \text{ kWh}} = 83,24\%$$

## Autarkiegrad

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \bar{U}}{\text{Geladene Energie Gesamt}} = \frac{16,930 \text{ kWh}}{16,932 \text{ kWh}} = 99,99\%$$

## Sonniger Tag

### Performance Sonniger Tag

Die Anpassung der Ladekurve an die PV-Kurve ist moderat. Diese Strategie führt auf der einen Seite zu einem bemerkenswert hohen Autarkiegrad von nahezu 100%. Allerdings geht damit ein niedriger Eigenverbrauch von 83,24% einher. Diese Konfiguration führt dazu, dass eine beträchtliche Menge an Energie ins Netz eingespeist wird. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass der Wechsel von 1 auf 3 Phasen mit einer relativ langen Unterbrechung verbunden ist. Der Ladevorgang startet erst ab einem Schwellwert von etwa 1500 W.



### Energie

Bezogene Energie aus dem Netz	0,002 kWh
Eingespeiste Energie ins Netz	3,44 kWh
Geladene Energie Gesamt	16,932 kWh
Geladene Energie aus PV Überschuss	16,930 kWh

# Ergebnis Übersicht

# SMA | Sunny Home Manager 2.0



SMA | Sunny Home Manager 2.0



Wechselrichter



SMA | Tripower

Wallbox



SMA | EV Charger 7.4 / 22

### Installation

- Für die Montage des Sunny Home Managers 2.0 (SHM) ist eine Hutschienen Montage vorgesehen und besitzt einen integrierten Leistungsmesser.
- Die Wallbox wird mittels LAN-Verbindung über das Netzwerk eingebunden und kann so betrieben werden.
- Der SHM wird über einen 3 Phasigen + Neutraleiter Anschluss an einem RCD angeschlossen und somit in Betrieb genommen.
- Die Konfiguration des EMS sowohl über die SMA 360°-App als auch über einen Web-Server möglich
- Das EMS unterstützt in erster Instanz eigene SMA EV Charger Wallbox. Darüber hinaus können auch Mennekes AMTRON Wallboxen integriert werden, was im Test jedoch nicht berücksichtigt wurde.
- Der SHM unterstützt die Protokolle und Schnittstellen Modbus TCP, EEBUS und SEMP (Simple Energy Management Protocol)

	<b>Kosten</b>
EMS <sup>1)</sup>	620,00 €
Zusätzliche Komponenten	-
Software (pro Jahr)	-
	<b>620,00 €</b>

### Eigenverbrauch

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \bar{U}}{\text{Erzeugte PV Energie}} = \frac{16,37 \text{ kWh}}{18,34 \text{ kWh}} = \mathbf{89,27\%}$$

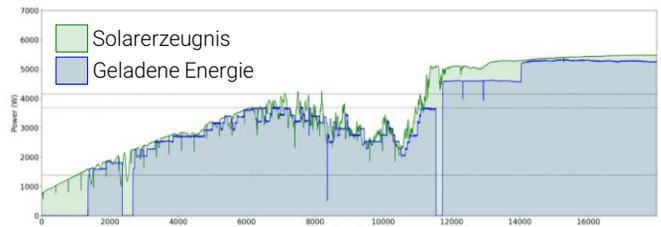
### Autarkiegrad

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \bar{U}}{\text{Geladene Energie Gesamt}} = \frac{16,37 \text{ kWh}}{16,53 \text{ kWh}} = \mathbf{99,03\%}$$

### Wolkiger Tag

### Performance Wolkiger Tag

SMA's Sunny Home Manager regelt die Ladeleistung der Wallbox nahe an der erzeugten PV-Leistung. Zeitgleich zeigt die Regelung wenige Überschinger, was den Netzbezug gering hält und damit einen Eigenverbrauch von 89,27% realisiert. Das System benötigt für die Phasenumschaltung vergleichsweise lang, weshalb 2kWh in das Netz eingespeist werden. Mit einem Autarkiegrad von 99,03% sorgt der SHM für ein sehr gutes Verhältnis aus erzeugter PV-Energie und der insgesamt geladenen Energie.



<b>Energie</b>	
Bezogene Energie aus dem Netz	0,16 kWh
Eingespeiste Energie ins Netz	2,00 kWh
Geladene Energie Gesamt	16,53 kWh
Geladene Energie aus PV Überschuss	16,37 kWh

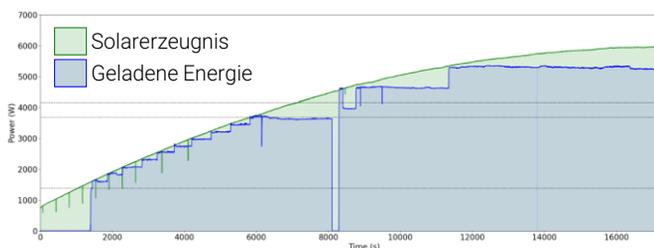
### Sonniger Tag

### Eigenverbrauch

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \bar{U}}{\text{Erzeugte PV Energie}} = \frac{19,11 \text{ kWh}}{21,49 \text{ kWh}} = \mathbf{88,88\%}$$

### Autarkiegrad

$$\frac{\text{Geladene Energie aus PV } \bar{U}}{\text{Geladene Energie Gesamt}} = \frac{19,11 \text{ kWh}}{19,11 \text{ kWh}} = \mathbf{99,99\%}$$



<b>Energie</b>	
Bezogene Energie aus dem Netz	0,002 kWh
Eingespeiste Energie ins Netz	2,43 kWh
Geladene Energie Gesamt	19,11 kWh
Geladene Energie aus PV Überschuss	19,11 kWh

### Performance Sonniger Tag

Die Regelung des SHM sorgt für einen sehr geringen Netzbezug mit unter 2 Wh. Wie die PV-Ladekurve zeigt, regelt das System für Ladeleistungen unter 4 kW in kleinen Schritten und ermöglicht somit eine sehr effiziente Nutzung der PV-Energie. Oberhalb der 4kW Ladeleistung werden die Regelungsschritte deutlich größer, der Eigenverbrauch des Systems liegt somit bei 88,88% und 2,43kWh Energie werden ins Netz eingespeist. Aufgrund der konservativen Regelung erreicht das System einen Autarkiegrad von 99,99%

Quelle: 1) sonnenshop.de

## Lessons Learned

### Mangel an Interoperabilität

Während des Benchmarks wurde deutlich, dass es große Unterschiede zwischen den EMS-Herstellern in Bezug auf die Interoperabilität mit Drittanbietern von Wechselrichtern, BEV-Ladegeräten und intelligenten Zählern gibt. Etablierte Marktteilnehmer legen ihren EMS-Lösungen oft bestimmte Beschränkungen auf, was sich darin widerspiegelt, dass sie entweder ausschließlich mit den herstellereigenen Peripheriegeräten oder nur mit einer ausgewählten kleinen Gruppe von Drittherstellern interoperabel sind. Neue Marktteilnehmer bieten oft eine sehr breite Interoperabilität an, ohne Kompromisse bei der Leistung einzugehen.

### Automatische Phasenumschaltung ist das A und O

Für das TestszENARIO des solaroptimierten Ladens und das Ziel, eine möglichst hohe solare Eigennutzungsquote zu erreichen, ist die Verfügbarkeit eines BEV-Ladegeräts, das eine automatische Phasenumschaltung unterstützt, entscheidend.

Unterstützt das verwendete Ladegerät keine automatische Phasenumschaltung, erfolgt die Umschaltung in der Regel manuell durch den Nutzer. Häufig wird die Wallbox zunächst einphasig betrieben und bei höherem Leistungsbedarf manuell auf dreiphasig umgeschaltet. Dieses Vorgehen hat jedoch den Effekt, dass Optimierungspotenziale ungenutzt bleiben.

### Geringere Unterschiede bei solaren Deckungsquoten (Autarkiegrad) als bei Eigenverbrauchsquoten

Die getesteten EMS-Lösungen schneiden ähnlich ab und unterscheiden sich nur geringfügig voneinander, wenn sie die Funktion des automatischen Phasenwechsels unterstützen. Die solaren Deckungsquoten liegt zwischen 98 % und 99 %, während die solaren Eigennutzungsquoten für das Szenario des bewölkten Tages deutlich zwischen 84 % und 94 % abweichen. Dieser Unterschied ist auf die Variabilität und die Steuerungsqualität der phasenverschobenen EMS-Produkte zurückzuführen, wie z. B. die Unterscheidung zwischen einer moderaten und einer aggressiven Steuerungsmethode, die Phasenumschaltung (wie bereits beschrieben) und der Einfluss von Zeitverzögerungen bei Cloud-basierten Lösungen im Vergleich zu lokalen Gateway-basierten Lösungen.

### EMS auf der Basis lokaler Gateways sind der aktuelle Standard, während reine Cloud-Lösungen auf dem Vormarsch sind

Bei den meisten der bisher verfügbaren EMS-Lösungen handelt es sich um Hardware-IoT-Geräte (lokale Gateways) die vor Ort installiert werden müssen. Diese Lösungen haben den Vorteil, besonders zuverlässig zu sein, da sie weniger anfällig für äußere Einflüsse wie Netzstörungen oder Cyberangriffe sind. Da die Steuerung direkt auf der Hardware erfolgt, reagieren lokale Gateway-basierte EMS-Lösungen auch schnell auf Veränderungen des lokalen Energieflusses. Im Allgemeinen ist eine kontinuierliche Verbindung zu externen Cloud-Diensten nicht unbedingt erforderlich, um ordnungsgemäß zu funktionieren.

Dennoch setzen neue Marktteilnehmer zunehmend auf Cloud-basierte EMS-Lösungen. Im Vergleich zu lokalen Gateway-basierte Alternativen bieten diese oft eine viel größere Interoperabilität mit Drittanbietern, erfordern keine lokale Installation und neue Funktionen können im Allgemeinen schneller implementiert werden. Somit können diese auch von Laien mit nur wenigen Clicks installiert werden. Darüber hinaus könnte die zeitliche Verzögerung bei Cloud-basierten Lösungen ein Problem darstellen, da die physikalischen Beschränkungen des Datenaustauschs über die Cloud die Steuerungsleistung beeinflussen, insbesondere hinsichtlich der Echtzeit-Reaktion auf Laständerungen.

Noch offene Fragen? Melden Sie sich gerne bei uns.



**Lukas Schriewer**  
Team Lead Charging Technology  
Lukas.Schriewer@p3-group.com



**Florian Oest**  
Consultant E-Mobility  
Florian.Oest@p3-group.com

