

## Auf dem Weg zur Klimarettung

Das Post-EEG-Zeitalter und seine Techniktrends

CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Batteriespeicher | Solare Stromversorgung in der Industrie  
Finanzierung förderfreier Anlagen | Mehr Ertrag mit bifazialen Modulen  
Smart Home und Energiemanagement | Ü20-Anlagen | Stecker-Solar-Geräte



	<b>Panorama</b>		
<b>6</b>	<b>Solares Fliegen ohne Reue</b>	Das für klimaneutrales Fliegen nötige CO <sub>2</sub> -neutrale Kerosin ist in Reichweite. Das reicht jedoch nicht aus.	
<b>10</b>	<b>Photovoltaik ohne Finanzamt</b>	Steuertipps: Oft wird bei der Steuer ohne Not zu viel Aufwand betrieben. Der ist vermeidbar.	
<b>14</b>	<b>Speicherinspektion 2019</b>	Wie sich die Geräte in der Speichereffizienz-Spitzengruppe unterscheiden.	
<b>17</b>	<b>Sponsored: Speicher mit Grips</b>	Das Energiemanagement von ABB nutzt eine cloudbasierte Plattform und ist Smart-Home-kompatibel.	
	<b>Zukunftsfragen</b>		
<b>18</b>	<b>Was bringt die Zukunft?</b>	bne-Geschäftsführer Robert Busch will den Markt vom Kopf auf die Füße stellen und mit einer Sogwirkung den Erneuerbaren-Ausbau voranbringen.	
<b>22</b>	<b>Wann investieren Unternehmen?</b>	Die Energiewende in Industrie und Gewerbe kommt. Die Initiative RE100 trägt dazu bei.	
<b>26</b>	<b>Lassen sich Förderfreie finanzieren?</b>	Thomas Benz erklärt, nach welchen Kriterien die Umweltbank ihre Kredite für PPA-Projekte vergibt.	
<b>28</b>	<b>Sponsored: Mit Grips zu Modulen</b>	SunMan-Module machen die Installation auf einem fragilen australischen Museumsdach möglich.	
<b>30</b>	<b>Wie können sich EVUs engagieren?</b>	Für Stadtwerke und Energieversorger sind projektbezogene Bürgerbeteiligungen eine große Chance.	
<b>34</b>	<b>Wie lässt sich Strom künftig handeln?</b>	Auf Porto Santo reguliert ein automatisierter Stromhandelsmarktplatz die Erzeugung von Photovoltaikanlagen und die Beladung von Elektroautos.	
<b>38</b>	<b>Wird es wilde Einspeiser geben?</b>	Nach 20 Jahren gibt es für eine Photovoltaikanlage keine Einspeisung mehr. Nach derzeitigem Recht darf sie nicht einfach weiterlaufen.	
<b>39</b>	<b>Was erwartet Ü20-Betreiber?</b>	Michael Vogtmann von der DGS Franken erläutert, wie man Anlagen ins dritte Lebensjahrzehnt bringt.	



## Techniktrends

- 44 Bifaziale Anlagen im Realitätscheck**  
Testinstallationen zeigen auch in Deutschland einen Mehrertrag. Der lässt sich sogar simulieren.
- 48 Energie und Komfort in einer App**  
Was sich bei den gemeinsamen Schnittstellen und Standards für Heimsysteme tut.
- 52 Auf dem Weg zur Zielgeraden**  
Wir werfen einen Blick auf ein Start-up aus China, das eine große Produktion für Perowskit-Module plant.
- 56 Speicher: Irrelevante Unterscheidung**  
Die befragten Experten sind sich einig, dass es keinen grundsätzlichen Unterschied bei Sicherheit und Lebensdauer von Batterien mit LFP-Elektroden und solchen mit NMC-Elektroden gibt.
- 62 Speicher: Die CO<sub>2</sub>-Bilanz**  
Ob der Betrieb von Heimbatteriesystemen klimafreundlich ist, hängt von deren Effizienz ab.
- 65 Marktübersicht Stecker-Solar-Geräte**  
Der Markt entwickelt sich schnell. In unserer Übersicht sind 65 Produkte von 21 Herstellern aufgelistet.
- 69 Das sagen die Vorschriften**  
Die Legalisierung der Stecker-Solar-Geräte ist weit vorangeschritten, aber es gibt noch unnötige Hürden.

## Betrieb und Wartung

- 72 Meldeverstöße kosten 20 Prozent**  
Die Clearingstelle hat für Klarheit gesorgt, wann Anlagenbetreiber wie viel Vergütung zurückzahlen müssen.
- ### Installation
- 74 Was Experten zur Erdverlegung sagen**  
Auf dem diesjährigen pv magazine Quality Roundtable in München zeigten sich die unterschiedlichen Ansätze von Gutachtern, Herstellern und Prüfinstituten.
- 78 Umdenken bei der Auslegung**  
Mit 20 Kilowatt Photovoltaik auf dem Dach und starkem Speicher kann das Elektroauto das ganze Jahr mit Solarstrom fahren. Eine Datenanalyse und eine Beispielkalkulation analysieren die Wirtschaftlichkeit.
- 82 Produktneuheiten**  
Module, Montage, Wechselrichter, Speicher, Zubehör, Software
- 87 Inserentenliste**
- 88 Impressum**

# Warum 20 Kilowatt pro Haus das neue Paradigma wird

**Anlagendimensionierung:** Volle solare Autarkie im Wohngebäude sei technisch möglich, aber unwirtschaftlich, heißt es seit Jahren. Und im strengen Wortsinn einer Insellösung mag der Lehrsatz auch zutreffen. Trotzdem kann eine vollständig solare Eigenversorgung im Bereich der Mobilität wirtschaftlich gelingen, wie Ralf Ossenbrink vom Speicherhersteller E3/DC in einer Beispielkalkulation darlegt. Das könnte zu einem Paradigmenwechsel führen: 20 Kilowatt statt 10 Kilowatt Photovoltaikleistung pro Haus.

Eigenen Solarstrom für die Elektromobilität zu nutzen, gilt schon lange als probates Mittel zur Optimierung des Eigenverbrauchs. Doch was heißt das konkret? Eine gängige Konstellation in der bisherigen Praxis bei den Kunden von E3/DC sieht so aus: Knapp zehn Kilowatt Photovoltaikleistung auf dem Dach und ein Hauskraftwerk mit drei Kilowatt Ladeleistung, das im Wesentlichen für den Haushaltsbedarf speichert und über sein Energiemanagement die Wallbox ansteuert, wenn das Fahrzeug tagsüber im Carport steht. Schon damit lassen sich gute Ergebnisse erreichen. Für eine kürzlich von EuPD Research veröffentlichte Studie haben wir ermittelt, dass die Kunden mit einer Wallbox und einem Hauskraftwerk über das Jahr 2018 im Schnitt gut 41 Prozent ihres Mobilitätsstroms solar geladen haben.

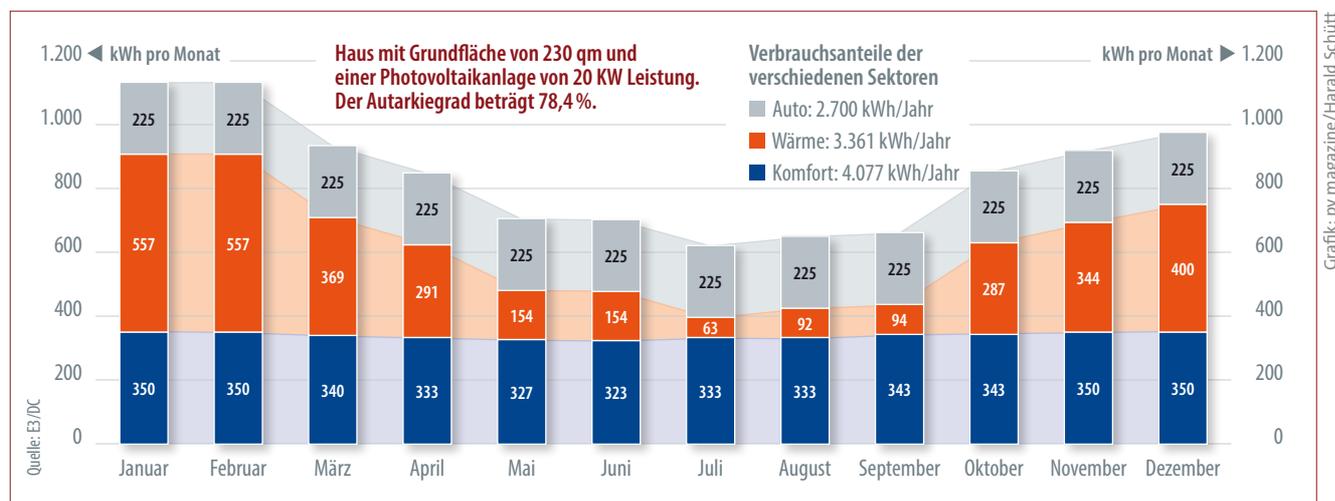
Die so daheim erzeugten Reichweiten sind erheblich: Über das Jahr 2018 wurden mit den E3/DC-Wallboxen im Schnitt 2.092 Kilowattstunden geladen. Bei einem Verbrauch von 15 Kilowattstunden pro 100 Kilometer entspricht dies einer Fahrleistung von 13.950 Kilometern. Der Anteil des Solarstroms lag im Schnitt bei 867,4 Kilowattstunden. Das entspricht einer solaren Fahrleistung von rund 5.800 Kilometern im Jahr. Noch

deutlich höhere Anteile werden erreicht, wenn das Nutzungsprofil des Autos die direkte Ladung an sonnigen Tagen regelmäßig zulässt oder die Kunden sich zu Hause auf das solare Laden am Wochenende beschränken und werktags beim Arbeitgeber oder an öffentlichen Säulen ihre Akkus füllen.

Der durchschnittliche Solaranteil am Ladestrom von über 41 Prozent bezieht sich auf Bestandsanlagen mit einer Durchschnittsleistung von knapp neun Kilowatt und Hauskraftwerke, welche die Sektorenkopplung über die direkte Solarstromnutzung in der Wärmepumpe und der Wallbox unterstützen, ihren Batteriespeicher aber vorrangig für die Autarkie im Bereich des Haushaltsstroms einsetzen.

## Mehr Leistung bringt den Schub

Doch es sind noch viel bessere Ergebnisse möglich. Mit der Einführung der „PRO-Serie“, des neuen Hauskraftwerks mit Speicherkapazitäten bis 39 Kilowattstunden und – besonders wichtig – einer dauerhaften Lade- und Entladeleistung bis neun Kilowatt, wollen wir vor allem im Bereich der E-Mobilität einen Paradigmenwechsel einleiten. Es geht im Kern darum, die Nutzung des Elektroautos praktisch vollständig mit eigenem Solar-



Verbrauchsanteile der verschiedenen Sektoren für ein Beispielhaus. Die 20-Kilowatt-Solaranlage deckt rund 80 Prozent des Bedarfs, inklusive der Energie für das Elektroauto.

Foto: B&W Energy



20 Kilowatt Solarleistung sind möglich, wie die Ost-West-Anlage auf diesem Haus im Münsterland zeigt. Die Rechnung legt dar: Unter bestimmten Annahmen ist das sinnvoll.

strom möglich zu machen. In der folgenden Kalkulation soll dargelegt werden, mit welcher Konfiguration die rein solare Mobilität mit einer Fahrleistung von 15.000 Kilometern möglich ist, ohne die bereits sehr hohen Autarkiewerte mancher Kunden zwischen 70 und 80 Prozent zu senken.

Das Ergebnis in Kürze: Mehr Leistung an zwei Stellen und mehr Kapazität bringen das Elektroauto kontinuierlich in Fahrt: An die 20 Kilowatt sollte die installierte Leistung auf dem Dach betragen. Das stellt sicher, dass auch in den Monaten November bis Februar genug Solarstrom verfügbar ist. Die Nennkapazität des Hauskraftwerks sollte bei 19,5 Kilowattstunden liegen, bei weiteren gewünschten Anwendungen auch mehr. Das sichert die regelmäßige (beinahe tägliche) Verfügbarkeit von Strommengen, die Fahrleistungen von 80 Kilometern und mehr ermöglichen.

Und schließlich kommt es auf die Lade- und Entladeleistung an. Erreicht sie wie beim Hauskraftwerk S10 E PRO im Dauerbetrieb neun Kilowattstunden, so verkürzt sich nicht nur die Ladezeit aus dem Speicher für 100 Kilometer (Annahme 18 Kilowattstunden) auf zwei Stunden. Wenn die große PV-Anlage in den relativ kurzen Sonnenphasen wechselhafter Tage viel Energie erzeugt, geht diese nicht mangels Ladeleistung am Speicher vorbei ins Netz. Durch die effektive Ladung aus der Batterie ist das Fahrzeug theoretisch unabhängig von Tages-

Speicherkapazität	19,5 kWh
Photovoltaikleistung	20 kWp
Investition*	38.000,00 €
<b>Übersicht für 10.000 kWh Verbrauch</b>	
Produktion	20.000
Verbrauch Haushalt/Wärme	7.300
Auto	2.700
Anteil Eigenstrom Auto	100 %
Anteil Eigenstrom Haushalt/Wärme	70 %
Autoeigenstrom	2.700 kWh
Eigenstrom Haushalt/Wärme	5.100 kWh
Strombezug	2.200 kWh
Einsparung Autoeigenstrom	874,80 €
Einsparung Eigenstrom H/W	1.655,64 €
auf 20 Jahre	50.608,80 €
Einspeisung in Euro auf 20 Jahre	23.502,54 €
Summe Cashflow	74.111,34 €
Überschuss	36.111,34 €
Kosten Strombezug auf 20 Jahre	15.400,00 €
Gesamtbilanz	20.711,34 €

\*Unverbindliches Beispiel

Kosten- und Ertragsübersicht für 20-Kilowatt-Konzept.

## Installation

zeit und Wetter. Die private „Solartankstelle“ ist rund um die Uhr und täglich geöffnet wie eine 24/7-Tanke in der Stadt. Man muss nur nicht extra hinfahren und jedes Mal bezahlen.

### Knapp 80 Prozent Autarkie insgesamt

Um einen Jahresverlauf exemplarisch zu rechnen, sind eine Reihe von Annahmen zu machen. Zur beschriebenen Anlagenkonstellation wird ein voll elektrischer Neubau eines 230-Quadratmeter-Einfamilienhauses mit einem Gesamtverbrauch von gut 10.000 Kilowattstunden angenommen: 4.000 Kilowattstunden im Haushalt, 3.300 Kilowattstunden für die Wärmepumpe und 2.700 Kilowattstunden für das Elektroauto. Der Solarertrag soll 1.000 Kilowattstunden pro Kilowattpeak

betragen, damit liegt der Standort eher in der südlichen Mitte Deutschlands. Die (solare) Fahrzeugnutzung ist gleichmäßig über das Jahr verteilt, es sind also vereinzelte Langstrecken- oder Urlaubsfahrten in den 15.000 Kilometern nicht mit eingerechnet: Der Solarstrombedarf für das E-Auto liegt pro Monat bei 225 Kilowattstunden, die das Hauskraftwerk in dieser Konstellation vorrangig bedient und auch immer bedienen kann.

In der Jahresverteilung des Ertrags sind die Monate Januar und Dezember mit 400 bis 420 Kilowattstunden Ertrag am schwächsten, der Bezug aus dem Netz hingegen mit circa 730 und 550 Kilowattstunden am größten. Von November bis Januar findet praktisch keine Einspeisung statt, in der übrigen Zeit des Jahres kann der Eigenbedarf voll gedeckt werden und die Photovoltaikanlage liefert größere Überschüsse ins Netz, im gesamten Jahr über 12.000 Kilowattstunden im Vergleich zu einem Netzbezug von in Summe 2.200 Kilowattstunden. Echte Autarkie erreicht der Haushalt von März bis Oktober, in der Jahresbetrachtung wird ein Autarkiewert von 78,4 Prozent erreicht. Der wäre natürlich bei einer anderen Priorisierung der Solarstromnutzung ähnlich, aber es geht darum zu zeigen, dass bei passender Auslegung ein Elektroauto problemlos ganzjährig mit solarem Eigenstrom betrieben werden kann. Für manchen Eigenheimbesitzer, der begeisterter E-Autofahrer ist, dürfte das eine zusätzliche Motivation zur Installation solch einer Anlage sein.

### Webinar mit E3/DC

Interessiert Sie das Thema? Im Oktober wird Andreas Piepenbrink im pv magazine Webinar erläutern, warum der Paradigmenwechsel kommen wird und für alle von Vorteil ist. Sie haben wie immer die Möglichkeit, über die Chat-Funktion Fragen zu stellen. Mehr Informationen, den Termin und den Link zur kostenfreien Registrierung finden Sie auf unserer Webinarseite:

[www.pv-magazine/webinare](http://www.pv-magazine/webinare)

## Auswertung der E3/DC-Portaldaten zur E-Mobilität

E3/DC hat derzeit rund 19.500 Speichersysteme im Feld, darunter knapp 1.100 mit der E3/DC-Wallbox. Die Kunden können mit der Wallbox priorisiert Solarstrom in ihr Elektroauto laden und damit sowohl den Eigenverbrauch als auch die Energieautarkie erhöhen. In die Gesamtbetrachtung hat E3/DC rund 840 Systeme mit Wallbox einbezogen, die über das gesamte Jahr 2018 in Betrieb waren. Um genauer zu bestimmen, wie hoch in der Praxis der Anteil des selbst erzeugten Solarstroms am Ladestrom des Elektroautos ist, wurden rund 200 Anlagen über das Betriebsjahr 2018 anonymisiert ausgewertet und aus den Ladedaten Durchschnittswerte gebildet.

Der durch ein Elektroauto erhöhte Strombedarf legt nahe, die PV-Leistung größer auszulegen und auch mehr Speicherkapazität zu installieren. Die durchschnittliche Dimensionierung der betrachteten E3/DC-Anlagen bestätigt dies:

Die vor dem 1. Januar 2018 in Betrieb genommenen PV-Anlagen der E3/DC-Kunden ohne Wallbox haben im Schnitt eine installierte Leistung von 7,8 Kilowatt. Die Photovoltaikanlagen der Wallbox-Kundengruppe liegen durchschnittlich um 1,05 Kilowatt darüber, bei 8,85 Kilowatt. Bemerkenswert: Auch bei E3/DC-Kunden gibt es zwar viele Anlagen, die bewusst mit einer Leistung knapp unter zehn Kilowatt installiert wurden. Doch unter den 840 betrachteten Systemen mit Wallbox sind 183 Anlagen größer ausgelegt. Die durchschnittliche Leistung liegt in dieser Gruppe bei 13,37 Kilowatt.

Bei der Speicherkapazität ist die Differenz noch etwas größer: Verfügen die Hauskraftwerkbesitzer ohne Wallbox im Schnitt

über eine Nennkapazität von 8,59 Kilowattstunden, so sind es bei der Wallbox-Kundengruppe fast drei Kilowattstunden mehr. Die durchschnittliche Nennkapazität liegt hier bei 11,32 Kilowattstunden. Zu den genannten Photovoltaikanlagen über zehn Kilowattstunden wurde durchschnittlich eine Nennkapazität von 13,18 Kilowattstunden installiert.

Wie hoch ist der in der Praxis erreichbare Anteil des Solarstroms? Die E3/DC-Kunden mit Wallbox erreichen bei ihrem solaren Ladeanteil sehr unterschiedliche Werte, denn neben dem Nutzungsprofil des Fahrzeugs spielen die Anlagenkonfiguration und die Solarstrahlung am Standort eine wichtige Rolle. Für die Ermittlung von Durchschnittswerten wurden über 200 Kundenanlagen mit Wallbox repräsentativ ausgewählt.

### Die Ergebnisse:

- Über das Jahr 2018 wurden mit den E3/DC-Wallboxen im Schnitt 2.092 Kilowattstunden geladen. Bei einem Verbrauch von 15 Kilowattstunden pro 100 Kilometer entspricht dies einer Fahrleistung von 13.950 Kilometern.
- Im Schnitt nutzten die Anwender 867,4 Kilowattstunden ihres Solarstroms für das Laden des Elektroautos, das entspricht einer solaren Fahrleistung von rund 5.800 Kilometern. Diese Strecke schlägt bei einem Benziner (8 l/100 km, 1,47 €/Liter) mit rund 680 Euro zu Buche.
- Für die Summe der über alle betrachteten Wallboxen geladenen Strommenge ergibt sich ein Solaranteil von 41,89 Prozent. Aus den Einzelwerten der „Mobilitätsautarkie“ von

### Ein Blick auf die finanzielle Bilanz

Alte Gewohnheiten sind auf Dauer teuer, wirksamer Klimaschutz nur am Anfang: Natürlich bedeutet die Kombination von 20 Kilowattpeak, Hauskraftwerk S10 E PRO, Wärmepumpe und Elektroauto eine deutlich höhere Investition als ein ganz konventionelles Eigenheim mit fossiler Verbrennung oder eine Zwischenlösung mit solarem Haushaltsstrom. Die Refinanzierung besteht zum größeren Teil aus Einsparungen für Strom, Heizenergie und Kraftstoffe, zum kleineren Teil aus der Vergütung der eingespeisten Überschüsse mit derzeit 10,3 Cent pro Kilowattstunde.

Das größte Einsparpotenzial bei den Betriebskosten bietet der Wechsel zum Elektroauto. Weil dieses auch mit Netzstrom geladen werden kann, wird die Einsparung durch Eigenstrom hier nur gegen die Strombezugskosten gerechnet, das Potenzial im Vergleich zu Kraftstoffen ist natürlich größer.

Ausgehend von rund 38.000 Euro Investitionskosten für Photovoltaikanlage, Speicher und Wallbox ergibt die Kosten- und Ertragsrechnung für die Eigenversorgung unter dem Strich einen Plusbetrag von über 20.000 Euro nach 20 Jahren. Die durch Eigenstromnutzung in allen drei Sektoren eingesparten Bezugskosten werden in Erwartung steigender Strompreise mit 35 Cent pro Kilowattstunde veranschlagt, wovon die EEG-Umlage abgezogen wird: 7.800 Kilowattstunden auf 20 Jahre ergeben eine Summe von über 50.000 Euro. Hinzu kommt die

Einspeisung der Überschüsse (nach Abzug von Wandlungsverlusten) mit Gesamteinnahmen von über 23.000 Euro. Vom rechnerischen Überschuss (rund 36.000 Euro) sind die Strombezugskosten in Höhe von gut 15.000 Euro abzuziehen – am Ende bleibt das genannte Plus von über 20.000 Euro ohne Betrachtung steuerlicher Belastungen (siehe Tabelle Seite 79).

Interessant ist dabei, dass der Bilanzüberschuss nicht wesentlich kleiner ist als die Summe der Vergütungen. Fiele die Vergütung weg, so wäre selbst dann die Autarkielösung mitsamt fast CO<sub>2</sub>-neutraler Mobilität zu sehr überschaubaren Kosten zu haben. Und es erscheint durchaus realistisch, dass die hohen Überschüsse dieser Anlagenkonstellation in der Energiewelt von morgen sinnvoll genutzt werden können – und damit auch einen zählbaren Wert haben.

Ralf Ossenbrink



#### Der Autor

Ralf Ossenbrink verantwortet bei E3/DC PR und Kommunikation. Das Unternehmen stellt unter dem Label „Hauskraftwerk“ Speichersysteme her, die für sektorenggekoppelte Anwendungen im Eigenheim und Gewerbe geeignet sind. Er war zuvor stellvertretender Chefredakteur der Fachzeitschrift Sonne Wind & Wärme.

über 200 Nutzern ergibt sich ein arithmetischer Mittelwert von 46,42 Prozent. Ein unterstellter Durchschnittsanwender kann also erwarten, dass fast die Hälfte des zu Hause geladenen Stroms von der PV-Anlage geliefert wird.

- Die Betrachtung der einzelnen Monate zeigt, dass die durchschnittliche Gesamtlademenge relativ konstant ist und nur gering vom Mittelwert (174 Kilowattstunden) abweicht. Beim solaren Ladeanteil zeigen sich deutliche Unterschiede: So sind der Januar (10,53 Prozent) und der Dezember 2018 (17,88 Prozent) die Schlusslichter im Vergleich. Von April (59 Prozent) bis September (52,97 Prozent) ergeben sich überdurchschnittliche solare Anteilswerte, die Spitze erreicht der Juli 2018 mit 66,47 Prozent. Der Oktober kommt mit 42,53 Prozent dem Durchschnittswert für 2018 am nächsten.

### Autarkie wächst trotz neuem Verbraucher

Noch ein Blick auf die Gesamtautarkie der E3/DC-Kunden über das gesamte Jahr 2018. Bei den im Mittel etwas kleineren Anlagen ohne Wallbox ergibt sich für 2018 ein durchschnittlicher Autarkiewert von 55 Prozent. Die Kunden mit Wallbox liegen im Vergleich etwas besser und erreichen durchschnittlich 56,38 Prozent, obwohl der solare Ladeanteil (46,42 Prozent) unterhalb des sonstigen Autarkieniveaus liegt. Dies deutet darauf hin, dass die im Schnitt größeren Anlagen sich bei diesen Kunden so positiv auf die Eigenversorgung auswirken, dass die Autarkie durch das hinzugekommene Elektroauto insgesamt nicht leidet.

Foto: E3/DC



Wenn die Entladeleistung des Speichers neun Kilowatt beträgt, kann bei vielen Autos auch nachts Solarstrom für 100 Kilometer innerhalb von zwei Stunden geladen werden.