

**BESCHLIESSEN**



**KALKULIEREN**



**REALISIEREN**



# DCTI GreenGuide

## Solar.Strom.Speicher.Mobilität 2018

Erneuerbare Energiequellen,  
Speicher- und Ladesysteme,  
Nutzungsvarianten der Elektromobilität



DCTI

[GreenGuide – Solar.Strom.Speicher.Mobilität 2018](#)

März 2018

ISBN 978-3-00-058927-0 | © DCTI 2018

Das vorliegende Werk ist insgesamt sowie hinsichtlich seiner Bestandteile (Text, Grafik, Bilder und Layout) urheberrechtlich geschützt. Die teilnehmenden Unternehmen zeichnen für ihre Anzeigen und Beiträge selbst verantwortlich. Die Rechte an den Anzeigen und Beiträgen – und, soweit nicht abweichend bezeichnet, die Rechte an Grafiken und Bildmaterial – liegen ebenfalls bei den Unternehmen bzw. den Urhebern der jeweiligen Werke.

---

# DCTI GreenGuide

## Solar.Strom.Speicher.Mobilität 2018

Erneuerbare Energiequellen,  
Speicher- und Ladesysteme,  
Nutzungsvarianten der Elektromobilität

# Gliederung

## Gliederung

I. Lokale Nullemission dank Elektromobilität	8
II. Charakteristika und Nutzungsbandbreiten elektrifizierter Fortbewegung	10
2.1. Fahrzeugtypen	11
2.1.1. Pedelecs und E-Bikes (S-Pedelec)	11
2.1.2. E-Scooter / Hoover und weitere Elektrokleinstfahrzeuge	12
2.1.3. Elektroroller und -motorräder	13
2.1.4. Hybrid-Fahrzeuge	14
2.1.4.1. Autarke Hybrid-Fahrzeuge	15
2.1.4.2. Hybrid-Fahrzeuge mit externer Lademöglichkeit	16
2.1.5. Reine Stromer	18
2.1.6. Nutzfahrzeuge	19
2.2. Investitions- und Betriebskosten	20
2.3. Reichweite und Verbrauch	22
III. Mobile Speicher in Elektrofahrzeugen	24
IV. Laden von Elektrofahrzeugen	26
4.1. Ladebetriebsarten, Ladeleistung und Ladedauer	27
4.2. Ladesteckertypen, Ladegeräte und Ladekabel	31
4.3. Öffentliche Ladestationen	33
V. Ladeinfrastruktur und Elektromobilität in der Praxis – aus Verbrauchersicht	36
5.1. Mieter	37
5.2. Haus- und Wohnungseigentümer	38
5.3. Installation und Nutzung von privaten Ladestationen	38
5.4. Haftung und Sicherheit	40
VI. Ladeinfrastruktur und Elektromobilität in der Praxis – aus Unternehmerperspektive	42
6.1. Eignung des Unternehmens für Elektromobilität	44
6.2. Einsatzprofile und Fuhrparkmanagement	45
6.3. Installation und Nutzung von Ladepunkten	47
6.4. Laden am Arbeitsplatz, Zuhause und unterwegs – Abrechnungsmodelle	49
6.5. Elektromobilität und Unternehmensverantwortung	51



VII. Photovoltaikanlagen und Elektromobilität	52
7.1. Erzeugung von Solarstrom	53
7.2. Verbrauchsprofile und Solarstromnutzung	54
7.3. Photovoltaik im Betrieb mit stationären und mobilen Stromspeichern	55
7.4. Stromflüsse leiten und kontrollieren – Energiemanagement für Gebäude und Elektromobilitäts-Anwendungen	57
7.5. Solaranlagen und Elektromobilität – Kosten, Nutzen und Ertrag im Vergleich	58
7.5.1. Investitions-, Stromgestehungs- und Stromspeicherkosten	58
7.5.2. Elektromobilität und Photovoltaik im Privathaushalt	61
7.5.3. Elektromobilität und Photovoltaik in Unternehmen	64
VIII. Finanzierung und Förderung	68
8.1. Förderung der Elektromobilität	69
8.1.1. Förderung von reinen Elektro- und Hybrid-Fahrzeugen	69
8.1.2. Förderung von Ladepunkten	69
8.2. Förderung für Photovoltaikanlagen	71
8.2.1. EEG-Förderung	71
8.2.2. Speicherförderung	73
IX. Steuerliche Behandlung	74
9.1. Photovoltaikanlagen	75
9.2. Elektromobilität	75
X. Solare Mobilität. Heute und Morgen	78
XI. Verzeichnisse	82
XII. Anbieter entdecken	86
XIII. Impressum	111



# Vorwort



## Der GreenGuide für Grüne Mobilität.

In Deutschland wurden bis Ende 2017 rund 980.000 Photovoltaik-Anlagen bis zur Größe von zehn Kilowatt Leistung installiert. Weit mehr als die Hälfte der rund 55.000 neuen Dachanlagen in 2017 haben zusätzlich einen Photovoltaik-Heimspeicher erhalten. Zahlreiche vorhandene PV-Anlagen, deren Förderung in den nächsten Jahren ausläuft, werden durch den nachträglichen Einbau von Energiespeichern und der daraus resultierenden Erhöhung des Eigenverbrauchs interessante Geschäftsmodelle bleiben. Die Mehrzahl der Anlagen-Besitzer und -Planer möchte zudem die umfassenden Potentiale der eigenen Energiegewinnung nutzen und hegt den Wunsch nach einer cleveren Verbindung von PV-Anlage, Energiespeicher und Elektrofahrzeug. Mit dem mittlerweile gewachsenen Angebot an Elektro-Fahrzeugmodellen hat deren Integration an Attraktivität gewonnen.

Viele der Hersteller von Solarmodulen, Wechselrichtern und Energiespeichern haben diesen Trend erkannt und bieten ausgehend von ihren Kernprodukten die Konnektivität zu Ladeinfrastruktur- und Elektromobilitäts-Anbietern oder integrierte Komplett-Lösungen. Die Konzepte sind vielschichtig und nicht immer direkt vergleichbar. Die individuellen Rahmenbedingungen der PV-Systeme erfordern eine differenzierte Analyse der daraus resultierenden Möglichkeiten. Trotz aller Potentiale ist es für viele Anlagen-Besitzer und -Planer eine Herausforderung, Antworten auf die Fragen zu erhalten, die sich vor einer Investitionsentscheidung stellen.

Mit unserem ‚GreenGuide – Solar.Strom.Speicher.Mobilität 2018‘ liefern wir Ihnen diese Erklärungen. Substanziell und unabhängig berichten wir über den aktuellen Stand der Technik, über die Verbindungen zwischen den einzelnen Komponenten, über Praxisbeispiele sowie über Kosten und Fördermöglichkeiten.

Zusätzlich zum fachlichen Teil finden Sie in der zweiten Hälfte unserer Publikation Top-Hersteller, die sich ebenfalls der Integration von Photovoltaik-Anlage, Energiespeicher und Elektromobilität verschrieben haben und mit guten Lösungen aufwarten können. Diese Kombination aus objektiver Aufklärung und qualitativer Vorselektion möge Ihren persönlichen Weg von der umweltfreundlichen Solarenergie zur nachhaltigen Mobilität ebnen.

Bei der Lektüre unseres ‚GreenGuides‘ wünschen wir Ihnen viel Spaß und positive Erkenntnisse.

Leo Ganz  
Managing Partner des DCTI

# 1. Lokale Nullemission dank Elektromobilität





## I. Lokale Nullemission dank Elektromobilität

Aus volkswirtschaftlicher Perspektive liegen die Vorteile der Elektromobilität klar auf der Hand: Die im Vergleich zu Verbrennern mit einem Wirkungsgrad von mehr als 94 Prozent hocheffizienten Elektromotoren stehen für lokale Nullemission im Verkehr und damit für eine Reduzierung der Schadstoff- und Lärmbelastung in den Innenstädten. Zudem verspricht die Elektromobilität die Abhängigkeit von fossilen und endlichen Energieträgern zu verringern und bringt mobile Speicher ans Stromnetz, welche die steigenden Strommengen aus erneuerbaren Energien aufnehmen können und so Mobilität nicht nur mit lokaler, sondern absoluter Nullemission garantieren.

Die Elektromobilität hat in den letzten Jahren die Phase der Konzeptstudien und Exotenfahrzeuge hinter sich gelassen, sodass dem Kunden mittlerweile eine große Bandbreite an marktreifen Elektromobilitätskonzepten und Elektrofahrzeugen traditioneller Konzerne und neuer Akteure zur Verfügung steht. Während Elektrofahrräder mit rund 600.000 in 2016 allein in Deutschland verkauften Einheiten bereits fest zum Stadtbild dazugehören, bildet die Elektromobilität im Pkw-Bereich mit rund 12.000 in 2016 neu zugelassenen Fahrzeugen jedoch noch eine entsprechend kleine Nische im Verhältnis zu den gesamten Neuzulassungen. Obwohl die Politik mit finanziellen Anreizen und rechtlichen Neuregelungen bereits wichtige Stellschrauben für das Marktwachstum der Elektromobilität gestellt hat, die Ladeinfrastruktur ausgebaut wird und auch die Preise für die Fahrzeuge sinken, stehen viele Verbraucher den stromgetriebenen Antriebskonzepten noch skeptisch gegenüber. Hohe Anschaffungskosten, Reichweitenangst, Unsicherheit bezüglich der Nutzung von Ladeinfrastruktur im Alltag und über Jahrzehnte eingeübte mobile Verhaltensweisen lassen Autofahrer vor neuen mobilen Nutzungskonzepten zurückschrecken und an Benzin- oder Dieselmotor festhalten. Die elektrischen Antriebskonzepte und Fahrzeugmodelle haben in den letzten Jahren jedoch eine starke Differenzierung durchlaufen und decken vom reinen Strome bis zum Hybrid-Fahrzeug und vom Kleinwagen über den Transporter bis hin zur Oberklassenlimousine eine große Bandbreite an Fahrerbedürfnissen mit entsprechenden Fahrtprofilen ab. Die vorliegende Publikation zeigt die Vielfalt elektromobiler Konzepte mit ihren Chancen und Grenzen auf, greift praktische Fragen auf, die bei Mietern, Immobilienbesitzern und Unternehmen auftreten, wenn Elektromobilität und die Nutzung von damit untrennbar verbundener Ladeinfrastruktur Bestandteil des Alltags werden. Mit der flächendeckenden Verbreitung von Ladepunkten und Elektrofahrzeugen kommen zwei weitere Bausteine hinzu, die mit ihren besonderen Anforderungen in die privat genutzten oder gewerblichen Immobilien integriert werden müssen. Ein gesondertes Augenmerk widmet die vorliegende Publikation dem Zusammenspiel von Elektromobilität, Stromspeichern und solarer Stromerzeugung, das durch Energiemanagementsysteme ermöglicht wird. Denn diese Verknüpfung stellt einen wichtigen Schritt dar, um Elektromobilität kostengünstig und nicht nur lokal emissionsfrei zu gestalten und lokal erzeugten Strom aus erneuerbaren Energien effizient auch für Antriebskonzepte zu nutzen.

# II. Charakteristika und Nutzungsbandbreiten elektrifizierter Fortbewegung





## II. Charakteristika und Nutzungsbandbreiten elektrifizierter Fortbewegung

### 2.1. Fahrzeugtypen

Die Elektromobilität hat in den letzten Jahren eine starke Differenzierung nach Anwendungsbereichen und Nutzeranforderungen erfahren. Die Bandbreite deckt dabei den Personen- und Lastentransport in gewerblichen Sektoren ebenso wie die private Personenbeförderung ab. Die Mobilitätskonzepte reichen dabei vom Einsatz von Elektrokleinstfahrzeugen für die sogenannte letzte Meile über Lösungen für Pendler auf der Mittelstrecke, bis hin zu Fahrzeugen, die aufgrund ihrer Reichweite für den Einsatz auf Langstrecken ausgelegt sind. Neben reinen Stromern finden sich auch kombinierte Antriebskonzepte wie Hybridautos oder Elektrofahrräder, bei denen der elektrische Antrieb mit einem Verbrennungsmotor oder Muskelkraft kombiniert wird.

#### 2.1.1. Pedelecs und E-Bikes (S-Pedelec)

Pedelecs zählen mit einem Marktanteil von deutlich über 90 Prozent zu den beliebtesten elektrifizierten Fahrrädern. Unter einem Pedelec wird ein Fahrrad verstanden, bei dem ein Elektromotor den Fahrer unterstützt, wenn dieser in die Pedale tritt. Die elektrische Unterstützung wird abgeriegelt, wenn die Fahrgeschwindigkeit 25 km/h erreicht. Überschreitet die Leistung des Motors die 250 Watt-Grenze nicht, sind Pedelecs rechtlich Fahrrädern gleichgestellt und damit nicht zulassungspflichtig. Ebenso besteht keine Führerschein- oder Helmpflicht. Damit dürfen Pedelecs auf Radwegen genutzt werden und wie Fahrräder ohne Hilfsantrieb am Straßenverkehr teilnehmen. Die rund 2 bis 3 kg schweren Akkus lassen sich meist entfernen und können so auch im Haus an der üblichen Haushaltssteckdose mit 230 V geladen werden. Die meisten Hersteller geben für ihre Akkus eine Lebensdauer von 500 bis 1.000 Vollladezyklen an, was – abhängig von der Kapazität und dem genutzten Unterstützungsgrad – in der Praxis einer Gesamtstrecke von rund 40.000 bis 80.000 Kilometern bis zum Austausch des Akkus entspricht. Bei den Anschaffungskosten muss mit einem Aufschlag von rund 1.000 Euro gegenüber einem vergleichbaren Modell ohne elektrische Unterstützung gerechnet werden.

Bei den auch S-Pedelec genannten E-Bikes kann der Motor nicht nur als Hilfsantrieb, sondern bei einigen Modellen auch als alleiniger Antrieb verwendet werden. Zulässig sind bei diesem Fahrzeug Motoren mit einer Leistung bis 4 kW unter der Voraussetzung, dass eine vierfache Unterstützung der vom Fahrer erzeugten Leistung nicht überschritten wird. Die Unterstützung des Motors wird erst bei einer Geschwindigkeit von 45 km/h abgeregelt. Damit zählen die E-Bikes beim Gesetzgeber zu den Kleinkrafträdern.

# Charakteristika und Nutzungsbandbreiten elektrifizierter Fortbewegung

Dementsprechend müssen die Fahrer über einen Führerschein der Klasse AM verfügen, ein Versicherungskennzeichen führen und unterliegen einer Helmpflicht. Zudem dürfen Radwege nur dann genutzt werden, wenn diese auch für Mofas freigegeben sind. Aufgrund der genannten Einschränkungen bilden die E-Bikes einen sehr kleinen Marktanteil unter den Elektrorädern ab.

» Grafik 1: Kenngrößen für Pedelecs und E-Bikes, Quelle: DCTI 2017

	Pedelec	S-Pedelec / E-Bike
Anschaffungskosten	<p>Einstiegsmodelle ab 1.000 €</p> <hr/> <p>Mittelklassemodelle von 1.600 € bis 2.800 €</p> <hr/> <p>Oberklassemodelle ab 2.800 €</p>	Ab 3.500 €
Versicherungskosten (Haftpflicht)	-	Ca. 70 €/Jahr
Kosten für Ersatzakku	Ca. 400 bis 900 €	
Kosten für Ladevorgang	Ca. 10 bis 15 Ct für vollständige Ladung eines Akkus mit einer Kapazität von 300 bis 500 Wh.	
Ladesystem	Akku ist meist entnehmbar und kann an 230 V Haushaltssteckdose geladen werden. Einige Ladegeräte unterstützen auch das Laden an 12 V Zigarettenanzündern. Die Ladegeräte wiegen zwischen 500 g und 1 kg und können somit auch auf der Tour mitgeführt werden. Einige Modelle verfügen über einen im Rahmen fest verbauten Akku, sodass das Laden nur am Abstellort des Fahrrads möglich ist.	
Ladezeit	Je nach Kapazität und Ladegerät dauert eine vollständige Ladung zwischen rund 4 und 8 Stunden.	
Reichweite	Abhängig von Akkukapazität und Grad der elektrischen Antriebsunterstützung. Ca. 40 bis 200 km	

## 2.1.2. E-Scooter / Hoover und weitere Elektrokleinstfahrzeuge

In den letzten Jahren ist eine große Bandbreite an elektrifizierten Kleinstfahrzeugen auf den Markt gekommen. Darunter fallen beispielsweise elektrifizierte Roller, Hoverboards, E-Longboards oder E-Einräder. Allen gemeinsam ist, dass sie den Bereich der sogenannten letzten Meile abdecken können und sich somit theoretisch für Kurzstrecken im urbanen Raum und zur Mitnahme in öffentlichen Verkehrsmitteln eignen. In der Praxis sind diese Fahrzeuge jedoch derzeit mit wenigen Ausnahmen nicht für die Teilnahme am öffentlichen Verkehr zugelassen, wenn sie eine bauartbedingte Geschwindigkeit von 6 km/h überschreiten.



Gehwege sind damit ebenso wie öffentliche Straßen für solche Fahrzeuge tabu, sie dürfen jedoch auf Privatgelände wie beispielsweise Firmengrundstücken genutzt werden. Vonseiten des Gesetzgebers wird jedoch angestrebt, eine Kategorisierung der verschiedenen Elektrokleinstfahrzeuge vorzunehmen und die Rahmenbedingungen für eine Legalisierung abzustecken.

» Grafik 2: Kenngrößen für Elektrokleinstfahrzeuge, Quelle: DCTI 2017

	Solo-Wheel	E-Scooter	Hoverboard
Anschaffungskosten	Ab 300 €	Ab 150 €	Ab 200 €
Reichweite	Ca. 15 bis 50 km		
Ladevorgang	Akku ist meist entnehmbar und kann an 230 V Haushaltssteckdose geladen werden. Einige Modelle verfügen aber auch über einen fest verbauten Akku.		

### 2.1.3. Elektroroller und -motorräder

Auch bei den größeren Zweirädern finden sich mittlerweile vom Roller bis hin zu Straßen- und Enduro-Motorrädern auch elektrifizierte Varianten. Während bei den größeren Motorrädern die Zahl der elektrifizierten Neuzulassungen seit Jahren auf einem relativ niedrigen Niveau stagniert, verzeichnen elektrifizierte Leichtkrafträder eine steigende Beliebtheit. Diese werden meist nicht für längere Touren, sondern für Alltagsstrecken verwendet, sodass Einschränkungen bei der Reichweite vernachlässigbar sind. Im Vergleich zu stromgetriebenen Pkw fällt zudem bei Elektrozweirädern das Fahrzeuggewicht deutlich niedriger aus, sodass die in der Batterie mitgeführte Energie effizienter genutzt werden kann. Auch beim Fahrspaß weisen die elektrisch betriebenen Zweiräder Vorteile auf. Da der Elektromotor über den gesamten Drehzahlbereich maximalen Schub liefert, ist eine deutlich stärkere Beschleunigung im Vergleich zu Zweirädern mit einem vergleichbaren Verbrennungsmotor möglich. Aufgrund der niedrigen Stückzahlen und der hohen Preise für den elektrischen Antrieb sind die Anschaffungskosten derzeit noch vergleichsweise hoch und die Modellauswahl eingeschränkt.



# Charakteristika und Nutzungsbandbreiten elektrifizierter Fortbewegung

» Grafik 3: Kenngrößen für Elektroroller und -motorräder, Quelle: DCTI 2017

	Elektroroller (45 km/h)	Elektromotorrad
Anschaffungskosten	Ab 1.800 €	Ab 8.000 €
Kosten für Ladevorgang	Ca. 1 € für 100 km Reichweite	Ca. 1,50 bis 2 € für 100 km Reichweite
Ladevorgang	Akku ist meist entnehmbar und kann an 230 V Haushaltssteckdose geladen werden.	Akku entnehmbar oder fest verbaut. Teilweise Nutzung von Schnellladesystemen möglich.

## 2.1.4. Hybrid-Fahrzeuge

Bei den Hybridfahrzeugen wird für den Fahrzeugantrieb mehr als nur eine Kraftquelle für den Fahrzeugantrieb genutzt. Für den Bereich der Elektromobilität bedeutet dies, dass in den Fahrzeugen sowohl ein Verbrennungsmotor, der Benzin, Diesel oder Erdgas nutzt, als auch ein Elektromotor mit entsprechendem Batteriespeicher verbaut ist. Mit Hybrid-Autos lassen sich die jeweiligen Vorteile der beiden Antriebskonzepte nutzen und die Nachteile des jeweils anderen Antriebssystems werden kompensiert. So sorgt der Elektromotor für eine Reduzierung der Emissionen und niedrigere Verbrauchskosten vor allem auf der Kurzstrecke und verfügt aufgrund des konstanten Drehmoments über ein bis zu 20 Prozent schnelleres Beschleunigungsverhalten als ein vergleichbarer Verbrenner. Gleichzeitig erhält der Fahrzeugnutzer dank Verbrennungsmotor und Kraftstofftank eine Reichweitensicherheit und wird von Ladestationen unabhängiger. Durch die Kombination der Antriebskonzepte kann zudem der Verbrennungsmotor kleiner ausgelegt werden, was den Kraftstoffverbrauch senkt, ohne aufgrund des Elektromotors auf Leistung verzichten zu müssen.

Auf der anderen Seite führen die beiden Antriebssysteme dazu, dass das Fahrzeuggewicht und damit auch der Verbrauch steigen. Zudem ist der Wartungsaufwand aufgrund der zwei Systeme höher. Insgesamt wurden in Deutschland 2016 rund 48.000 Hybrid-Fahrzeuge neu zugelassen, davon rund 14.000 als Plug-in-Hybrid mit der Möglichkeit, extern Strom zu laden. Dies entspricht einem Anteil von 1,4 Prozent (Hybrid-Fahrzeuge) bzw. 0,4 Prozent (Plug-in-Hybrid) an den gesamten Neuzulassungen [KBA: 2017, S. 8-44].

### 2.1.4.1. Autarke Hybrid-Fahrzeuge

Bei den autarken Hybriden werden die Akkumulatoren ausschließlich über einen eingebauten Generator geladen, es besteht also keine Möglichkeit, diese Fahrzeuge aus dem Stromnetz zu laden, sodass die Frage nach der passenden Ladeinfrastruktur für diese Fahrzeuge keine Rolle spielt. Diese Fahrzeuge lassen sich je nach Aufbau des Hybridantriebs und dem Beitrag des Elektromotors zum Fahrzeugantrieb in verschiedene Kategorien unterteilen. Streng genommen kein Hybrid sind die sogenannten Micro-Hybride. Bei diesem Konzept sorgt eine Start-Stopp-Automatik dafür, dass bereits bei kurzen Standzeiten, beispielsweise an einer roten Ampel, der Verbrennungsmotor abgeschaltet wird. Eine Rekuperationseinrichtung dient zudem dazu, Bremsenergie in elektrische Energie zu wandeln und damit die Batterie zu laden. Die dabei gesammelte Energie wird jedoch nur bei Fahrzeugen, bei denen ein Elektromotor für den Antrieb genutzt wird, für den Vortrieb genutzt.

#### Mild-Hybridfahrzeug (MHEV)

Bei diesem Fahrzeugtyp übernimmt der Verbrennungsmotor dauerhaft den Antrieb des Fahrzeugs. Der Elektromotor, der in ein 12 oder 48 Volt Bordnetz eingebunden ist, wird nur temporär zugeschaltet, um den Verbrennungsmotor in Beschleunigungsphasen zu unterstützen. Drehmoment und Akkuleistung des Elektromotors reichen nicht für den alleinigen Antrieb aus, die Fahrzeuge können aber mithilfe des Elektromotors über einen begrenzten Zeitraum gleiten, wenn der Fahrer vom Gaspedal geht. Außerdem ersetzt dieser den Anlasser des Fahrzeugs. Üblicherweise wird dieser Fahrzeugtyp als Parallel-Hybrid ausgeführt und verfügt über eine Start-Stopp-Automatik sowie eine Rekuperationseinrichtung.

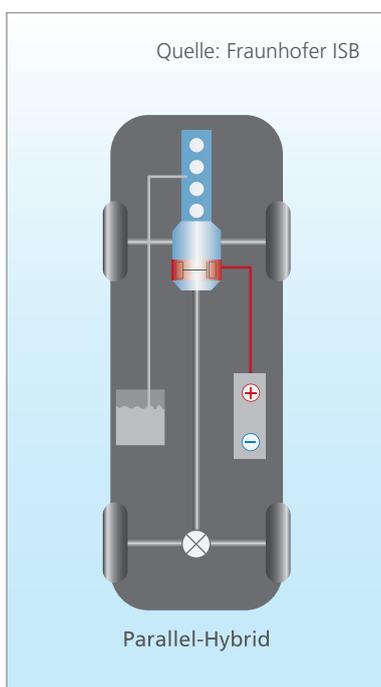


# Charakteristika und Nutzungsbandbreiten elektrifizierter Fortbewegung



## Paralleler Voll-Hybrid

» Grafik 4: Schematische Darstellung eines Parallel-Hybrid-Fahrzeugs, Quelle: Fraunhofer ISB



Bei den Voll-Hybriden tragen sowohl der Elektromotor als auch der Verbrennungsmotor abhängig vom Ladezustand der Batterie und der im Fahrbetrieb abgerufenen Leistung zum Antrieb des Fahrzeugs bei. Ist der Elektromotor entsprechend stark dimensioniert, kann dieser für Kurzstrecken bei niedrigen Geschwindigkeiten, beispielsweise im Stadtverkehr, den Antrieb alleine übernehmen. Wenn mehr Leistung benötigt wird, wirken Verbrenner und Elektromotor gleichzeitig auf den Antriebsstrang. Dazu werden beide Motoren in Reihe (parallel) geschaltet. Eine Kupplung trennt automatisch beide Motoren, wenn ausschließlich der Elektromotor für den Antrieb genutzt wird. Wird der Verbrennungsmotor mitbenutzt und die Batterie durch den Generator geladen, ist die Kupplung geschlossen. Ein externes Laden ist bei diesem Fahrzeugtyp nicht möglich. Die rein elektrische Reichweite liegt Fahrzeugabhängig zwischen rund 25 und 50 km. Durch den Verbrennungsmotor und entsprechende Tankkapazitäten, sind die Reichweiten jedoch mit denen reiner Verbrenner vergleichbar.

### 2.1.4.2. Hybrid-Fahrzeuge mit externer Lademöglichkeit

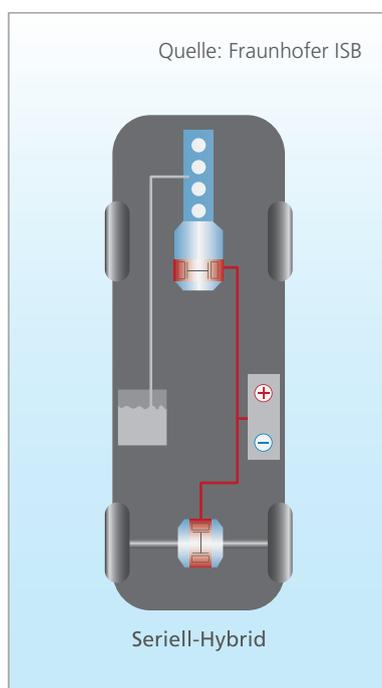
Diese Hybrid-Typen verfügen über eine Schnittstelle, mit der sich die Traktionsbatterie über das Stromnetz laden lässt. Je nach Fahrzeugtyp kann der Ladevorgang über eine Haushaltssteckdose (Schuko), eine Campingsteckdose (CEE), eine Wallbox oder eine Ladesäule im privaten oder öffentlichen Raum erfolgen. Die Ladedauer und die Kosten für eine vollständige Ladung hängen von der genutzten Ladebetriebsart und der Kapazität des verbauten Akkus ab.

#### Range Extender

Wie auch bei den reinen Batterie-Elektrofahrzeugen übernimmt auch bei Elektrofahrzeugen mit Range Extender ausschließlich der Elektromotor den Antrieb. Mithilfe einer Rekuperationseinrichtung (Micro-Hybrid-Konzept), lässt sich die Bewegungsenergie beim Bremsen und Entschleunigen durch Verwendung eines Generators zurückgewinnen und in der Antriebsbatterie speichern.

Diese Fahrzeuge verfügen über einen Ladeanschluss, der im Alltagsbetrieb das Aufladen der Antriebsbatterie an einer Ladestation ermöglicht.

» **Grafik 5: Schematische Darstellung eines Seriell-Hybrid-Fahrzeugs, Quelle: Fraunhofer ISB**



Um die Reichweite zu verlängern, sind bei diesem Fahrzeugtyp ein Kraftstofftank und ein seriell verbauter und vergleichsweise klein dimensionierter Verbrennungsmotor verbaut. Dieser treibt einen Generator an, der während des Fahrbetriebs die für den Antrieb zuständige Batterie lädt. Verkürzte Ladezeiten und eine höhere Reichweite erlauben es dem Fahrer, auch größere Strecken ohne Stopp an der Ladestation zurückzulegen. Im Winter steht zudem die Abwärme eines Verbrennungsmotors für den Heizbedarf zur Verfügung. Nachteilig im Vergleich zum reinen Stromer ist hingegen, dass durch die Kombination von Elektro- und Verbrennungsmotor das Fahrzeuggewicht und damit auch der Energieverbrauch höher ausfallen. Käufern steht derzeit jedoch nur eine eingeschränkte Auswahl an Serienfahrzeugen zur Verfügung.

#### Plug-In Hybride

Der Antriebsaufbau von Plug-in-Hybriden ähnelt dem von Voll-Hybridfahrzeugen. Dieser Fahrzeugtyp verfügt sowohl über einen Elektromotor als auch über einen Verbrennungsmotor, die beide für den Antrieb genutzt werden können. Je nach Leistungsbedarf und Ladestand der Batterie kann das Fahrzeug entweder von dem Elektromotor oder dem Verbrenner oder aber auch von den beiden parallel verbauten Motoren gleichzeitig angetrieben werden. Die Fahrzeuge verfügen mit einer Rekuperationseinrichtung für die Rückgewinnung von Bremsenergie über Merkmale eines Mikro-Hybriden. Anders als ein Voll-Hybridfahrzeug können die Antriebsbatterien von Plug-in-Hybriden über einen externen Ladeanschluss aufgeladen werden. Die in Plug-in-Hybriden verbauten Batterien weisen gegenüber reinen Elektrofahrzeugen jedoch mit rund 9 bis 12 kWh vergleichsweise kleine Kapazitäten auf. Damit liegt die Reichweite der meisten Serienfahrzeuge im elektrischen Fahrbetrieb zwischen rund 25 und 50 km.

# Charakteristika und Nutzungsbandbreiten elektrifizierter Fortbewegung

Die niedrigen im NEFZ-Verfahren ermittelten Verbrauchswerte werden in der Praxis also nur bei Kurzstrecken- und Stadtfahrten erreicht, wenn der Elektromotor für den Antrieb ausreicht. Bei längeren Distanzen nähern sich die Verbrauchswerte jedoch denen von reinen Verbrennern an. Der Vorteil ist jedoch, dass der Nutzer auf der Langstrecke unabhängig von der Ladeinfrastruktur ist und von der Reichweitensicherheit eines Verbrenners profitiert. Plug-in-Hybride werden von der Kompakt- bis zur Oberklasse angeboten.

» Grafik 6: Kenngrößen für Plug-In-Hybride, Quelle: DCTI 2017

	Kompaktwagen	Mittelklasse	Oberklasse
Anschaffungskosten	Ab 30.000 €	Ab 40.000 €	Ab 55.000 €
Reichweite (elektrisch)	Ca. 25 bis 50 km		
Ladevorgang	Der fest verbaute Akku wird an einer Ladestation, Wallbox oder Schuko-Steckdose geladen.		
Ladedauer	Abhängig von Ladebetriebsart und Akkukapazität		

## 2.1.5. Reine Stromer

Während Hybrid-Fahrzeuge eine Kombination aus verschiedenen Antriebskonzepten darstellen, kommen reine Stromer ebenso wie Verbrenner mit einem einzigen Antrieb aus. Standard ist hier ein verschleißarmer Drehstrommotor, der den Strom der Antriebsbatterie in Wechselstrom umwandelt. In der Rekuperationsphase arbeitet der Motor als Generator und lädt die Batterie auf. Als Stromspeicher kommen fast ausschließlich Lithium-Ionen-Zellen zum Einsatz, da diese hinsichtlich Kapazität, Kosten, Sicherheit und Zyklenzahl derzeit die geeignetste Technologie darstellen. Geladen wird die Batterie zum einen während des Fahrbetriebs mithilfe einer Rekuperationseinrichtung, in erster Linie jedoch über eine Schnittstelle, mit der das Fahrzeug an das Stromnetz angeschlossen wird. Das verfügbare Angebot deckt mittlerweile alle Bereiche vom Kleinwagen bis hin zur Oberklasse ab, derzeit können Käufer zwischen rund 40 Modellen von rund einem Dutzend Herstellern wählen. Abhängig von der jeweiligen Batteriekapazität eignen sich die Fahrzeuge je nach Modell für kürzere Pendelstrecken bis hin zur Langstrecke. Neben für einen E-Antrieb modifizierten Modellen finden sich auch vollständige Neuentwicklungen, bei denen das Fahrzeug um den elektrischen Antriebsstrang entwickelt wurde.

Um die Fahrzeuge möglichst schnell wieder aufladen zu können, ist nicht nur die am Ladepunkt bereitgestellte Ladeleistung entscheidend. Bei Modellen ist die maximal mögliche Ladeleistung beim Wechselstrom-Laden fahrzeugseitig begrenzt und auch Schnellladeverfahren mit Gleichstrom werden nicht von allen Fahrzeugen unterstützt.



## 2.1.6. Nutzfahrzeuge

Ebenso wie im Pkw und Zweiradbereich gilt auch für das Segment der Nutzfahrzeuge, dass reine Stromer und Hybrid-Fahrzeuge zunehmend das Angebot an Verbrennerfahrzeugen ergänzen und auch im Alltagsbetrieb genutzt werden. Beim Personentransport reicht die Bandbreite dabei von Taxifahrzeugen bis hin zu Elektro-Bussen für den Einsatz im ÖPNV. Aufgrund der Planbarkeit der feststehenden Routen bieten sich bei den Elektrobussen besondere Ladeverfahren an, um die notwendigen Reichweiten im Fahrbetrieb ohne lange Standzeiten zu erreichen. Neben dem Laden auf dem Betriebshof können stecker- und kabellose Schnellladeverfahren mit einer Ladeleistung von mehreren Hundert Kilowatt in kurzen Intervallen an den (End-)Haltestellen eingesetzt werden. Möglich ist dies zum einen kontaktlos mittels Induktionsladen oder aber durch das Ausfahren von im Bus angebrachten Stromabnehmern an den Haltestellen. Neben den ökologischen Vorteilen weisen Elektrobusse gegenüber Verbrennern deutliche Vorteile bei den Kraftstoff- und Wartungskosten auf.

Für den gewerblichen Einsatz zum Gütertransport bietet der Markt derzeit eine große Bandbreite an E-Transportern und -Vans an. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Lösungen für den lokalen und regionalen Einsatz, wie sie beispielsweise bereits von Kurier-, Express- und Paketdiensten oder von Handwerkern genutzt werden. Nachträglich elektrifizierte Lkw oder neu entwickelte Elektro-Lkw eignen sich derzeit vor allem für kurze Distanzen wie beispielsweise im innerbetrieblichen Warenverkehr. Erste Modelle für die Langstrecke sind zwar bereits verfügbar, führen jedoch ein Nischendasein, da das hohe Fahrzeuggewicht und die benötigte Traktionsleistung von Sattelzugmaschinen starke Batteriebanken erfordern, um ausreichende Reichweiten zu garantieren. Als Alternative wird hier derzeit der Einsatz von Oberleitungssystemen geprobt, der ähnlich wie bei den Elektro-Lokomotiven im Bahnbetrieb eine kontinuierliche Stromversorgung der Fahrzeuge ermöglicht und damit den Einsatz von großen und teuren Batterieeinheiten überflüssig macht. Der Vorteil ist eine Reduktion der lokalen Luftverschmutzung und ein deutlich niedriger Energieverbrauch durch den Einsatz von Elektromotoren. Die Fahrzeuge, die dort zum Einsatz kommen, sind als Hybrid-Lkw konzipiert, damit die Fahrzeuge auch ohne Oberleitung den Fahrbetrieb fortsetzen können.

Dazu kommen strombetriebene Spezialfahrzeuge, die beispielsweise auf Flughäfen oder im Freizeitbereich für den Personentransport eingesetzt werden, sowie elektrifizierte Transporter für kommunale Anwendungen wie die Grünflächenpflege.



# Charakteristika und Nutzungsbandbreiten elektrifizierter Fortbewegung

## 2.2. Investitions- und Betriebskosten

Die anfänglichen Fixkosten bei der Fahrzeuganschaffung fallen bei der Elektromobilität höher aus als bei jeweils vergleichbaren Fahrzeugkonzepten, die beispielsweise auf klassische Verbrennungsmotoren oder wie beim Fahrrad auf Muskelantrieb setzen. Den stärksten Einfluss auf die Kosten haben dabei die Batterieeinheit und das elektrische Antriebssystem, aber auch durch den notwendigen Aufbau einer Ladeinfrastruktur können zusätzliche Kosten beim Nutzer entstehen.

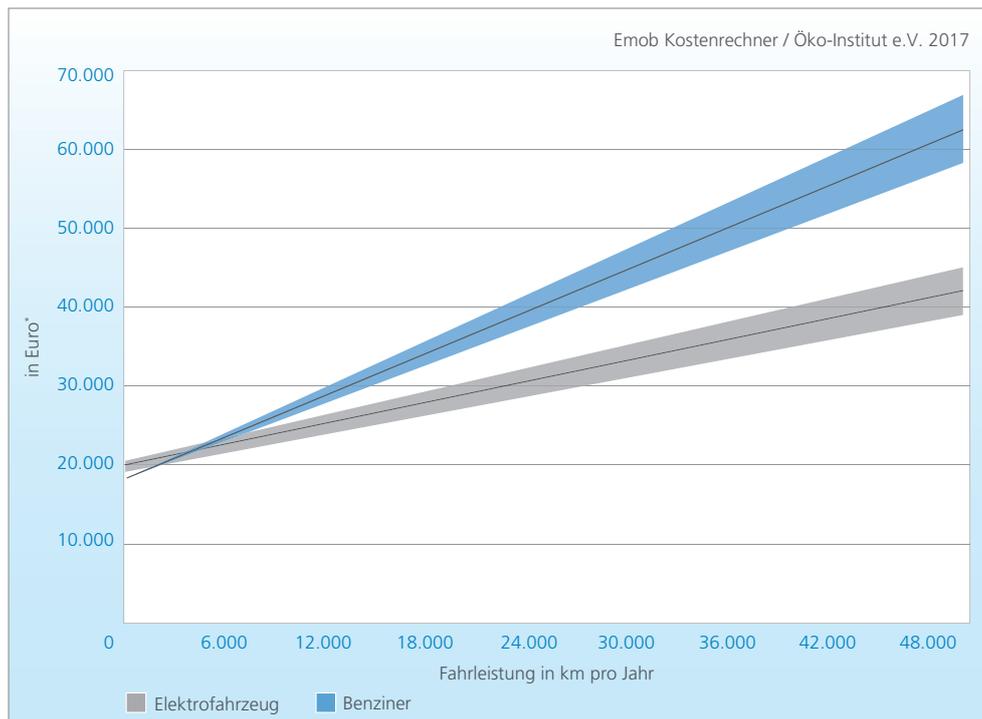
Im direkten Vergleich der variablen und von der Laufleistung abhängigen Kosten zwischen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor und vergleichbaren, aber elektrifizierten Modellen, weisen die Elektrofahrzeuge jedoch Kostenvorteile auf: Der Wegfall der Kfz-Steuer für Stromer über 10 Jahre, niedrigere Kosten für die Fahrzeugwartung und vor allem die niedrigeren Verbrauchskosten der hocheffizienten Elektromotoren je zurückgelegtem Kilometer sprechen aus Kostensicht für die Elektromobilität. Zum Vergleich: Ein Mittelklasse-Pkw mit einem Verbrauch von 6 Litern Superbenzin auf 100 km, verursacht auf dieser Strecke Treibstoffkosten von rund 8 Euro. Ein vergleichbar motorisiertes Elektroauto benötigt wegen des deutlich effizienteren Motors für die gleiche Strecke rund 15 kWh Strom, was zu Mobilitätskosten von rund 4 Euro für die gleiche Strecke führt. Nochmals deutlich günstiger wird der Fahrbetrieb, wenn der Strom für das Fahrzeug aus der eigenen Photovoltaikanlage kommt, wo derzeit für Aufdachanlagen Stromgestehungskosten von rund 10 bis 12 Cent möglich sind.

Das Zusammenwirken von hohen Fixkosten und niedrigen variablen Kosten führt dazu, dass ein sinnvoller Kostenvergleich der konkurrierenden Ansätze nur dann möglich ist, wenn die Gesamtkosten des Betriebs ermittelt werden. Dabei zeigt sich, dass die verschiedenen Antriebsarten sich bei den Verläufen für die Gesamtkosten unterscheiden. Grundsätzlich lässt sich daraus ableiten, dass mit steigender jährlicher Fahrleistung die Kostenvorteile der Elektromobilität zunehmen und die durchschnittlichen Kilometerkosten sinken.

Das Zusammenwirken von hohen Fixkosten und niedrigen variablen Kosten führt dazu, dass ein sinnvoller Kostenvergleich der konkurrierenden Ansätze nur dann möglich ist, wenn die Gesamtkosten des Betriebs ermittelt werden. Dabei zeigt sich, dass die verschiedenen Antriebsarten sich bei den Verläufen für die Gesamtkosten unterscheiden.



» Grafik 7: Gesamtkosten des Betriebs für Elektro- und Benzin-PKW im Vergleich

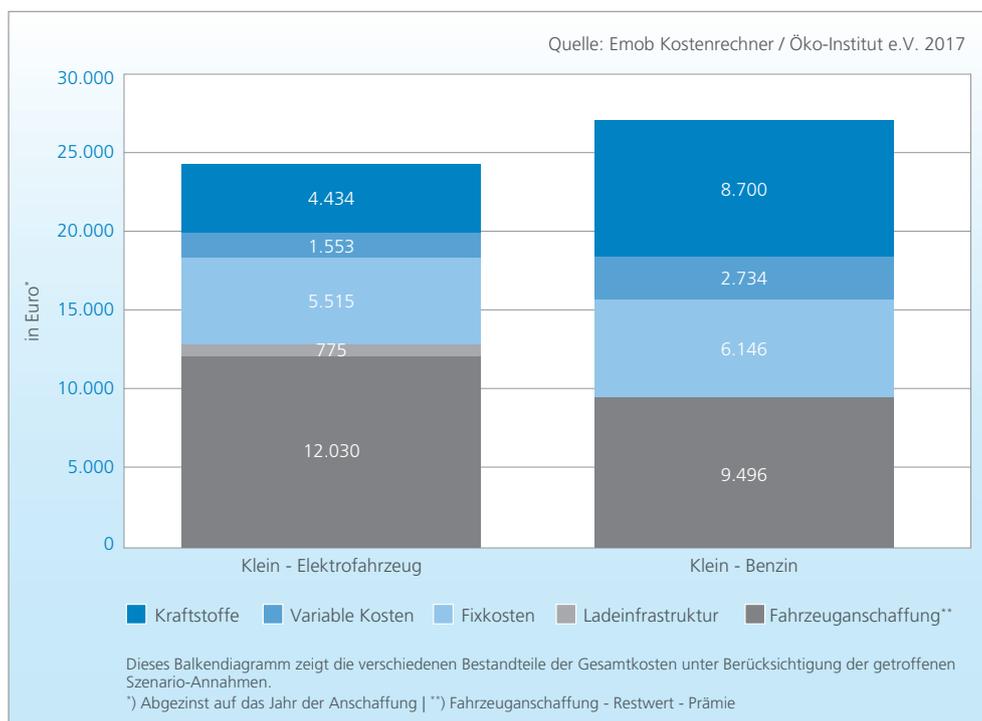


Verdeutlicht wird dieser Zusammenhang in Grafik 7, in der die typischen Gesamtkosten für einen Kleinwagen mit einer jährlichen Laufleistung von 10.000 km und einer Haltedauer von 8 Jahren in den Varianten „Verbrennungsmotor“ und „reiner Stromer“ im Vergleich dargestellt sind. Grafik 8 stellt dar, wie sich die Gesamtkosten im gewählten Beispiel in die einzelnen Kostenbestandteile aufgliedern.



# Charakteristika und Nutzungsbandbreiten elektrifizierter Fortbewegung

» Grafik 8: Bestandteile der Gesamtkosten des Betriebs für Elektro- und Benzin-PKW im Vergleich

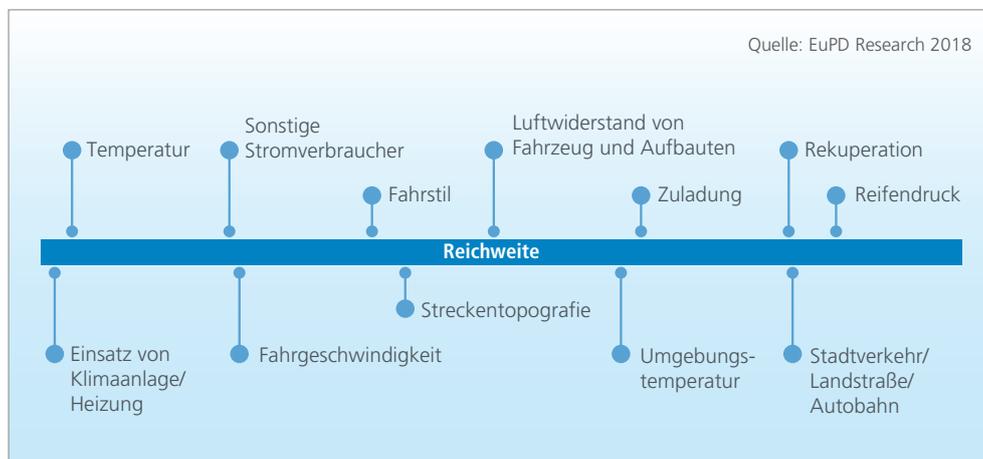


## 2.3. Reichweite und Verbrauch

Die Reichweite eines strombetriebenen Fahrzeugs ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen Batteriekapazität in Kilowattstunden und dem Energieverbrauch des Fahrzeugs, der in verbrauchten Kilowattstunden je 100 km erfasst wird. Somit steigt die Reichweite des Fahrzeugs mit zunehmender Batteriekapazität und sinkt mit zunehmendem Leistungsbedarf. Reichweite und Verbrauch (Liter/100 km beim Verbrenner und kWh/100 km bei den Stromern) sind als Herstellerangaben in den technischen Datenblättern aufgeführt und werden im Pkw-Bereich mithilfe standardisierter Messverfahren (NEFZ/WLTP) ermittelt. Ebenso wie bei Verbrennungsmotoren liegt der tatsächliche Energiebedarf auch bei Elektrofahrzeugen in der alltäglichen Fahrpraxis deutlich über diesen Werten, sodass bei den tatsächlich erzielbaren Reichweiten ein Abschlag vorgenommen werden muss. In der Praxis liegt die tatsächliche Reichweite im Sommerbetrieb rund ein Drittel unter den NEFZ-Werten, im Winter bei rund 50 Prozent.

Während sich Einflussgrößen wie Zuladung, Fahrstil oder Reifendruck bei Verbrenner wie Stromer gleichermaßen auf den Verbrauch auswirken, weisen Elektrofahrzeuge einige zusätzliche Besonderheiten auf, die Einfluss auf die Reichweite haben und zum Teil auch die Schwankungen zwischen Sommer- und Winterbetrieb erklären. Zum einen nimmt im Winter temperaturbedingt die Kapazität und Leitfähigkeit des Batteriespeichers saisonal ab und erhöht sich erst wieder mit steigenden Temperaturen. Des Weiteren kann beim Elektrofahrzeug nicht die Abwärme des Verbrennungsmotors zum Enteisen der Scheiben und zum Beheizen des Fahrzeuginnenraums genutzt werden, sodass die Batterie auch dafür Strom bereitstellen muss, was sich negativ auf die Reichweite auswirkt. Je nach Modell liegt der Leistungsbedarf für die Heizung bei bis zu 5 kW. Der Einsatz einer Wärmepumpe im Fahrzeug oder das Vorheizen, solange das Fahrzeug noch an der Ladestation angeschlossen ist, können jedoch den Akku im Winter entlasten. In jedem Fall gilt, dass Käufer bei der Modellauswahl entsprechende Abschläge an den angegebenen Reichweiten vornehmen sollten, um sicherzustellen, dass die im Alltagsbetrieb notwendigen Reichweiten ganzjährig erreicht werden.

» **Grafik 9: Primäre Einflussfaktoren auf die Fahrzeugreichweite**



# III. Mobile Speicher in Elektrofahrzeugen





## III. Mobile Speicher in Elektrofahrzeugen

Mit wenigen Ausnahmen kommen in Elektrofahrzeugen derzeit fast ausschließlich Lithium-Ionen-Akkus zum Einsatz, wie sie auch von mobilen Geräten wie Smartphone oder Notebook bekannt sind. Diese verfügen über eine hohe Energiedichte und sind auf eine hohe Zyklenzahl ausgelegt. Für die kommenden Jahre wird damit gerechnet, dass sich die Energiedichte zugunsten einer höheren Kapazität oder eines leichteren Akkus weiter steigern lässt und die Preise für die Stromspeicher weiter fallen werden.

### Batteriegewicht

Lithium-Batterien für den Fahrzeugbereich weisen heute eine Energiedichte von 150 bis 160 Wh/kg auf. Zukünftig soll die Energiedichte von Lithium-Ionen-Akkus aber auf bis zu 300 Wh/kg steigen [Fraunhofer ISI: 2015, S. 4]. Bei der aktuellen Batteriegeneration liegt das Gewicht der verbauten Speicher bei 2-3 kg bei den Elektrofahrrädern und rund 10 kg bei den Elektrorollern. Im Pkw-Bereich erreicht das Gewicht der im Fahrzeug mitgeführten Batterien abhängig von der Reichweite des Modells mehrere Hundert Kilogramm.

### Ladezyklen

Je nach Ladeverhalten, Nutzung und Aufbau des Akkumulators sind typischerweise zwischen 800 und 2.000 Vollladezyklen möglich, bis die Kapazität auf rund 70 bis 80 Prozent des ursprünglichen Wertes sinkt und ein Austausch fällig wird. Je nach Fahrzeug sind damit Laufleistungen zwischen rund 60.000 und 200.000 km möglich. Wichtig ist, dass nicht jeder Ladevorgang einen Vollladezyklus darstellt, sondern darunter die vollständige Ladung eines leeren Akkus verstanden wird. Wird ein Fahrzeug mit einer Restladung von 50 Prozent zweimal geladen, entspricht dies einem vollständigen Ladezyklus. Das häufige Laden von teilentleerten Speichern wirkt sich entsprechend nicht negativ auf die Lebenserwartung der Speicher aus.

### Second Life & Recycling

Auch mit niedriger Kapazität können die Traktionsbatterien im Rahmen von Second-Life-Anwendungen weiter genutzt werden, beispielsweise als stationärer Hausspeicher in Verbindung mit einer Solaranlage oder als Notstromversorgung. Erst wenn die Leistung auf rund 40 Prozent absinkt, endet der Lebenszyklus der Batterien und sie werden dem Recycling zugeführt, um die einzelnen Bestandteile in neuen Anwendungen nutzen zu können.

### Garantien

Im Pkw-Bereich haben sich Garantien auf die Traktionsbatterie durchgesetzt, die sich nicht auf die Zyklenzahl, sondern auf einen Zeitraum (rund 8 Jahre) und die Laufleistung (rund 100.000 km) beziehen. Neben einer Garantie auf mögliche Defekte sind damit auch Kapazitätsverluste abgesichert, sodass ein für den Nutzer kostenloser Batterietausch erfolgt, wenn die Kapazität einen Schwellenwert von meist 70 Prozent unterschreitet. Einige Hersteller bieten auch Mietmodelle für die Batterieeinheit an.

# IV. • Laden von Elektrofahrzeugen





## IV. Laden von Elektrofahrzeugen

### 4.1. Ladebetriebsarten, Ladeleistung und Ladedauer

Bei vielen Kleinfahrzeugen wie E-Bikes oder Elektrorollern lässt sich der Akku, der in der Regel nicht mehr als 10 kg wiegt, meist entnehmen, sodass dieser beispielsweise in der Wohnung oder im Büro an einer Haushaltssteckdose geladen oder gegen einen geladenen Zweitakku ersetzt werden kann. Bei größeren Fahrzeugen wie Pkw oder Transporter sind die Stromspeicher fest verbaut, der Batterietausch von leerer gegen volle Batterie hat sich hier nicht durchgesetzt. Dementsprechend sind Plug-in Hybride und reine Strome auf Zugang zum Stromnetz angewiesen, um ihre Batterien zu laden und ihren elektrischen Antrieb nutzen zu können. Während in Zukunft auch das kabellose Laden mittels Induktion eine komfortable Lösung darstellen kann, findet der Ladevorgang derzeit mittels einer Steckerverbindung statt, die zwischen Fahrzeug und Stromnetz hergestellt wird. Mittlerweile haben sich vier sogenannte Ladebetriebsarten etabliert, die sich hinsichtlich Verfügbarkeit, Eignung für verschiedene Fahrzeugtypen sowie Ladeleistung und damit auch Ladedauer unterscheiden. Während für die Ladebetriebsarten 1 und 2 auf die in Unternehmen und Privathäusern übliche Strominfrastruktur zugegriffen werden kann, setzen die Ladebetriebsarten 3 und 4 eine auf die Elektromobilität zweckgebunden ausgerichtete Ladeinfrastruktur in Form von Wallboxen oder Ladesäulen voraus. Die zur Verfügung stehende Ladeleistung bestimmt die Dauer des Ladevorgangs. Die Ladeleistung wird in Kilowatt (kW) angegeben und ist das Produkt aus Spannung, Stromstärke und Anzahl der Phasen. In einem Stromkreis, wie er in Wohngebäuden mit Schuko-Steckdosen üblich ist, bedeutet dies:

$$230 \text{ V (Spannung)} * 16 \text{ A (Stromstärke)} * 1 \text{ Phase} = 3680 \text{ Watt} = 3,7 \text{ kW}$$

Mit der Ladeleistung von 3,7 kW aus dem Beispiel lässt sich ein Akku mit einer Kapazität von 3,7 kWh theoretisch in einer Stunde laden, ein Akku mit einer Kapazität von 20 kWh benötigt entsprechend rund fünfzehn Stunden. In der Praxis sind an einem Stromkreis jedoch oftmals auch weitere Verbraucher angeschlossen oder bei älteren Gebäuden die Stromstärke mit Sicherungen auf 10 A begrenzt, was die Ladeleistung auf 2,3 kW reduziert. Weiteren Einfluss auf die tatsächliche Ladeleistung haben außerdem das eingesetzte Ladegerät und das Ladekabel, da beide ebenfalls Obergrenzen für die zulässige Ladeleistung aufweisen.

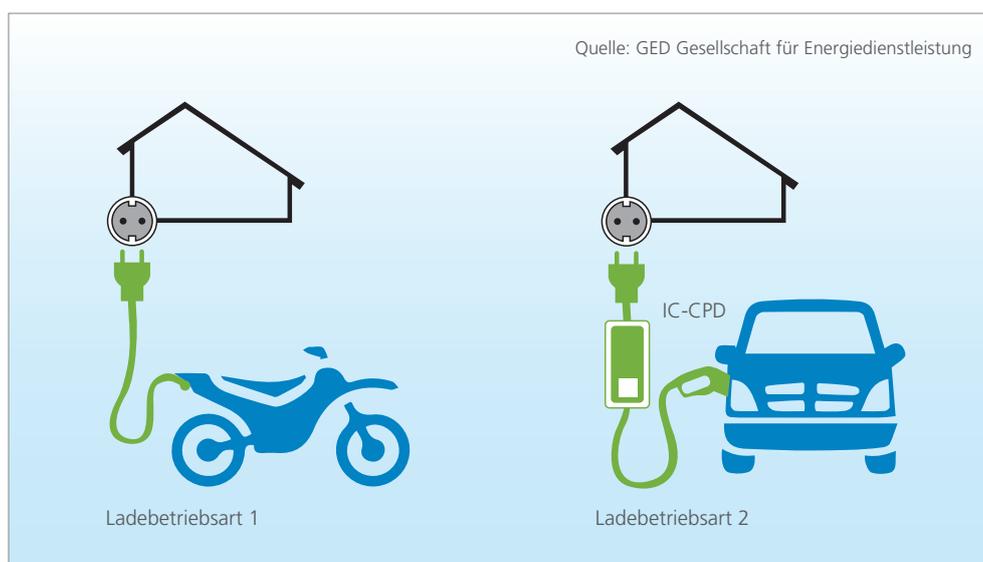
# IV. Laden von Elektrofahrzeugen

## Laden von Elektrofahrzeugen

Spezielle Ladesysteme wie Wallboxen oder Ladesäulen sind an die Anforderungen der Elektromobilität angepasst und stellen deutlich höhere Ladeleistungen von bis zu 50 kW zur Verfügung. Einzelne Anbieter decken auch Ladeleistungen von 135 kW ab, was zu einer deutlichen Verkürzung der Ladezeiten führt.

Neben der verfügbaren Ladeinfrastruktur ist die tatsächlich nutzbare Ladeleistung jedoch auch vom jeweiligen Fahrzeugmodell abhängig. So können nicht alle Fahrzeugtypen an Gleichstrom-Ladestationen beladen werden und auch bei der Ladung mit Wechselstrom begrenzen einige Hersteller die theoretisch mögliche Ladeleistung von 22 kW.

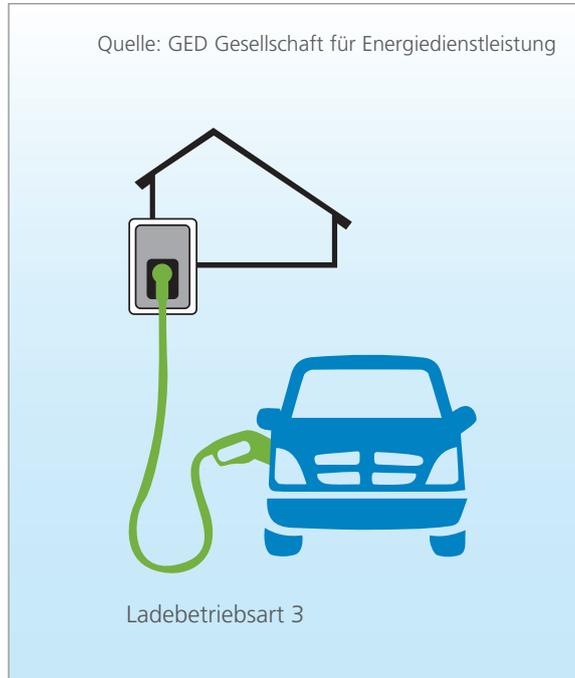
» Grafik 10: Langsames Laden an der Haushalts-Steckdose



Bei der Ladebetriebsart 1 wird die Batterie über die übliche Haushaltssteckdose oder eine CEE-Steckdose (Campingsteckdose), an der Wechselstrom anliegt, geladen. Voraussetzung dafür ist, dass der Hersteller diese Ladebetriebsart zulässt und ein FI-Schalter im Stromkreis vorhanden ist. Der Vorteil ist, dass diese Steckdosen universal verbreitet sind und damit ein flächendeckender Zugang zu einer Lademöglichkeit gegeben ist. Das Aufladen an der Haushaltssteckdose ist für die Akkus von Fahrrädern oder Elektrorollern die gängige Praxis und funktioniert uneingeschränkt. Beim Laden von größeren Akkus, wie sie in Elektro-Pkws verbaut sind, stößt dieses Verfahren jedoch an seine Grenzen und sollte nur im Notfall genutzt werden. Denn mit 3,7 kW ist die Leistungsabgabe einer Haushaltssteckdose begrenzt, vor allem wenn weitere Verbraucher den Stromkreis nutzen. Die niedrige Ladeleistung wirkt sich entsprechend negativ auf die Ladedauer aus. Um beispielsweise

eine Fahrzeugbatterie mit einer Kapazität von 30 kWh in der Ladebetriebsart 1 vollständig zu laden, muss das Fahrzeug rund 13 Stunden angeschlossen sein. Dies führt zudem dazu, dass die lokale Elektroinstallation über einen langen Zeitraum stark belastet wird und sich Kabel und Verteildosen erwärmen. Dies kann vor allem bei älteren Hausinstallationen problematisch sein und zu einem Kabelbrand führen. In jedem Fall empfiehlt sich im Vorfeld die Prüfung der Strominstallation durch einen Fachbetrieb, um sicherzustellen, dass die Installation für diese Ladebetriebsart geeignet ist. Vor allem wenn die Ladebetriebsart 1 unterwegs genutzt wird, ist für den Fahrzeugführer nicht direkt ersichtlich, ob der Stromkreis, an dem das Fahrzeug geladen werden soll, tatsächlich über einen FI-Schalter verfügt. Auch bei der Ladebetriebsart 2 wird das vorhandene Hausnetz ohne vorherige Anpassung genutzt. Anders als bei der Ladebetriebsart 1 findet hier jedoch ein Ladekabel Verwendung, das mit einer Steuerung und Schutzeinrichtung ausgestattet ist, welche die Schutzleiterverbindung zwischen Gebäude und Fahrzeug überwacht.

» **Grafik 11: Mittelschnelles Laden mit Wechselstrom an Wallbox und Ladesäule**



Wallboxen, auch als Wand-Ladestation bezeichnet, stellen eine Schnittstelle zwischen Stromnetz und Ladekabel dar. Da alle notwendigen und empfehlenswerten Schutzeinrichtungen in die Wallbox integriert sind, empfehlen sich Wallboxen als dauerhafte Lösung im Pkw-Bereich. Angeschlossen an eine Stromleitung mit 16 A oder 32 A, entsteht damit ein gesonderter Ladestromkreis, der ausschließlich zum Laden von Fahrzeugen genutzt werden darf und keine weiteren Stromverbraucher führen darf. So kann die Wallbox je nach Art des Ladestromkreises Wechselstromspannungen bis zu 400 V verarbeiten und in der Ladebetriebsart 3 mit bis zu 22 kW eine deutlich

höhere Ladeleistung zur Verfügung stellen als Schuko-Steckdosen. Das Elektrofahrzeug wird über ein Kabel an dem Ladepunkt angeschlossen. Dabei sind sowohl Wallbox mit als auch ohne festes Kabel erhältlich.

# IV. • Laden von Elektrofahrzeugen

## Laden von Elektrofahrzeugen

Wer mehr als ein Elektrofahrzeug gleichzeitig laden will, muss ein Lastmanagement einführen, das die Ladeleistung anhand definierter Grenzwerte auf die einzelnen Wallboxen verteilt, oder sicherstellen, dass die Ladeleistungen der einzelnen Wallboxen auch bei einem gleichzeitigen Betrieb zur Dimensionierung des Ladestromkreises passen. Wallboxen sind abhängig von der jeweiligen Schutzklasse für die Nutzung in Innenräumen (Garage) aber auch für die Aufstellung im Außenbereich (IP 54 / IP 65) erhältlich. Wenn Elektrofahrzeuge im Außenbereich abgestellt und geladen werden sollen, findet dies in der Regel an einer wetterfesten Ladesäule statt. Die Wechselstromladesäulen stellen üblicherweise eine Ladeleistung von 11 oder 22 kW bereit. Ist das Modell mit mehreren Ladepunkten ausgestattet, können auch mehrere Fahrzeuge gleichzeitig geladen werden. Für Ladeeinrichtungen, deren Nennleistung mehr als 12 kW beträgt, muss vor der Installation eine Zustimmung des Netzbetreibers eingeholt werden.

### » Grafik 12: Schnellladung mit Gleichstrom



Die schnellste Möglichkeit, den Batteriespeicher aufzuladen, bieten derzeit Schnellladesäulen mit einer Ladeleistung von bis zu 150 kW in der Ladebetriebsart 4, bei denen die Ladesäule Gleichstrom zur Verfügung stellt. Möglich wird dies durch die Kombination aus hoher Spannung (500 V) und einer Stromstärke von 125 A und mehr. Um diese Systeme nutzen zu können, ist ein spezieller Ladestecker vom Typ CHAdeMO oder Combined Charging System (CCS) erforderlich, der auch für das Laden mit Wechselstrom geeignet ist. Die Ladezeit für die vollständige Ladung eines Elektro-Pkw sinkt damit

auf unter eine halbe Stunde, wenn Schnellladeverfahren bei dem Fahrzeugtyp zulässig sind. Aufgrund der hohen Kosten von rund 30.000 bis 40.000 € kommen solche Ladestationen in erster Linie als Stromtankstellen in Autohöfen zum Einsatz, um auch Langstreckenfahrten mit Elektroautos mit kurzen Wartezeiten beim Ladevorgang zu ermöglichen.

» Grafik 13: Ladezeiten verschiedener Ladesysteme im direkten Vergleich am Beispiel eines Elektro-Pkw mit einer Batteriekapazität von 30 kWh und einer rein elektrischen NEFZ-Reichweite von 250 km, Quelle: DCTI 2018

Ladesystem	Ladezeit
Haushaltssteckdose (Schuko-Steckdose) mit 3,7 kW Wechselstromladeleistung	Ca. 6-8 Stunden
Wallbox mit 11 kW Wechselstromladeleistung	Ca. 3-4 Stunden
Öffentliche Ladesäule mit 50 kW Gleichstromladeleistung	Ca. 1 Stunde
Öffentliche Schnellladesäule mit 150 kW Gleichstromladeleistung	Ca. 15 Minuten

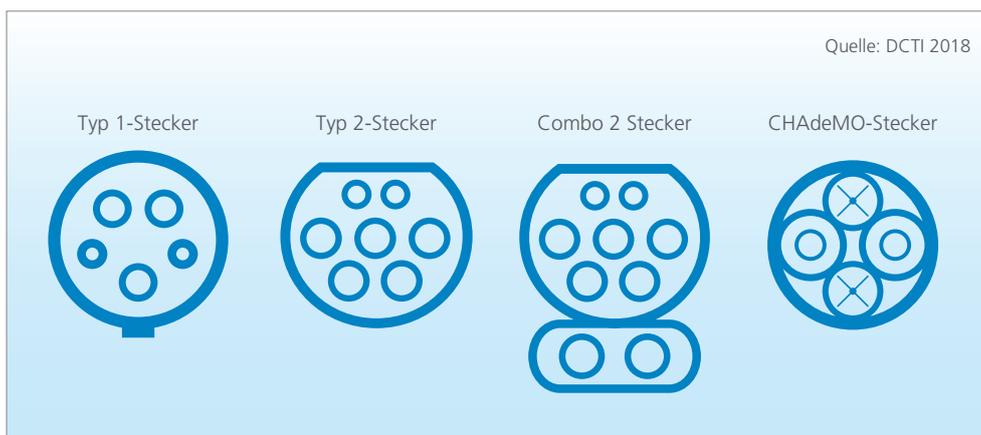
## 4.2. Ladesteckertypen, Ladegeräte und Ladekabel

Die zunächst unübersichtliche Situation bei den Steckertypen hat sich durch die zunehmende Standardisierung in den letzten Jahren deutlich gebessert und innerhalb der EU zum Durchbruch der Typ 2-Stecker für das Wechselstrom-Laden und der CCS Combo Typ 2-Stecker für das Schnellladen mit Gleichstrom geführt. Die beiden Systeme sind innerhalb der EU als Standard anerkannt und die Verfügbarkeit von Typ 2-Steckern beim und CCS Combo Typ 2-Steckern in der deutschen Ladesäulenverordnung auch für öffentlich zugängliche Ladestationen vorgeschrieben. Dennoch muss weiterhin zwischen vier verschiedenen Systemen unterschieden werden, was in erster Linie den Importfahrzeugen aus dem asiatischen und US-amerikanischen Raum geschuldet ist.

# IV. Laden von Elektrofahrzeugen

## Laden von Elektrofahrzeugen

» Grafik 14: Steckertypen



### Typ 2-Stecker

Im gesamten europäischen Raum hat sich mittlerweile der sogenannte Typ 2-Stecker an den Ladensäulen und Wallboxen im privaten und öffentlichen Raum sowie fahrzeugseitig bei den europäischen Herstellern etabliert. Er ermöglicht ein- bis dreiphasiges Laden bis zu 63 A und 43 kW Ladeleistung. Fahrzeugseitig wird der Typ 2-Stecker je nach Hersteller ein- oder dreiphasig genutzt, was sich auf die nutzbare Ladeleistung auswirkt. Da der Typ 2-Stecker mittlerweile von der Europäischen Kommission als Standard festgelegt wurde, ist sichergestellt, dass in der EU jede öffentliche Wechselstrom-Ladestation über einen Typ 2-Ladeanschluss verfügt.

### CCS Combo 2 und CCS Combo 1 als neuer Standard

Das Combined Charging System (CCS) ist innerhalb der Europäischen Union der Ladestandard, mit dem sowohl das Laden mit Gleich- als auch mit Wechselstrom möglich ist. Dazu wird der ebenfalls standardisierte Typ 2-Stecker mit einem Gleichstrom-Stecker in einer Einheit kombiniert und ermöglicht damit auch die Nutzung von Gleichstrom-Schnellladestationen.

Analog zu den Unterschieden zwischen Typ 1 und Typ 2-Stecker ist auch das CCS System in den Varianten Typ 1 und Typ 2 entwickelt worden. Innerhalb Europas ist jedoch aufseiten der Ladestationen nur der Typ 2 maßgeblich und flächendeckend verbreitet.

### Typ 1-Stecker

Dieser Steckertyp spielt vor allem im asiatischen Raum und den USA eine Rolle, betrifft aber in der Folge auch Nutzer von importierten Elektrofahrzeugen. Über das Typ 1-Ladesystem können Fahrzeuge mit Wechselstrom geladen werden. Da das System nur einphasiges Laden unterstützt, ist die maximale Ladeleistung auf 7,4 kW bei 32 A begrenzt.

### CHAdeMO-Stecker

Dieser Steckertyp findet Verwendung, wenn die Ladeleistung als Gleichstrom bereitgestellt wird, ist aber nicht zu den CCS-Systemen kompatibel und findet sich vor allem bei Fahrzeugen aus asiatischer Produktion. CHAdeMO-Stecker kommen an Gleichstrom-Schnellladestationen zum Einsatz, das Ladesystem ermöglicht aber auch bidirektionales Laden und das Laden aus anderen Batterien.

### Ladekabel

Während an den Gleichstrom-Schnellladesäulen das Ladekabel für die Verbindung mit dem Fahrzeug fest an der Ladestation angebracht ist, muss für das Laden an öffentlich zugänglichen Wechselstrom-Ladestationen ein passendes Kabel im Fahrzeug mitgeführt werden. Unterschieden wird hier zwischen Mode 2- und Mode 3-Ladekabeln.

Mode 2-Ladekabel sind in verschiedenen Varianten erhältlich und dienen zur Verbindung des Fahrzeugs mit einer Schuko- oder CEE-Steckdose. Verfügbar sind dabei die Varianten Typ 1/Schuko, Typ 1/CEE, Typ 2/Schuko und Typ 2/CEE. In das Kabel ist eine Steuerung verbaut, welche die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladeanschlusspunkt übernimmt.

Das Mode 3-Ladekabel dient der Verbindung zwischen Fahrzeug und Wallbox oder Ladestation, die mit einem Typ 2-Stecker ausgestattet sind. Fahrzeugseitig weisen diese Ladekabel entweder einen Typ 2 oder einen Typ 1 Anschluss auf.

## 4.3. Öffentliche Ladestationen

In Deutschland waren im Dezember 2017 rund 4.000 öffentlich zugängliche Ladestationen bei der Bundesnetzagentur gemeldet, davon rund 3.500 als Normalladeeinrichtungen mit einer maximalen Ladeleistung von 22 kW und rund 500 Schnellladestationen. Da die Ladesäulenverordnung keine lückenlose Meldung vorschreibt, sind die Zahlen nochmals höher. So geht die Nationale Plattform Elektromobilität von rund 10.000 öffentlich zugängigen Ladepunkten aus. 300 Mio. €, die über eine Förderrichtlinie des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur bereitgestellt werden, sollen in den Aufbau von 10.000 Normal- und 5.000 Schnellladestationen im Bundesgebiet fließen.

Wenngleich die Ballungszentren über eine dichtere Versorgung verfügen, finden sich mittlerweile auch in ländlichen Regionen Ladepunkte. Mehrere Internetportale und Apps für die mobile Nutzung liefern anbieterübergreifende Informationen zu Standort, Anzahl der Ladepunkte und der angebotenen Ladeleistung.

# IV. • Laden von Elektrofahrzeugen

## Laden von Elektrofahrzeugen

---

Durch die im Mai 2017 verabschiedete Ergänzung der Ladesäulenverordnung ist sichergestellt, dass der Nutzer einen spontanen Zugang für das punktuelle Laden an allen öffentlichen Ladesäulen erhält, ohne dafür über einen längerfristig angelegten Vertrag mit dem jeweiligen Anbieter zu verfügen. Dadurch wird das Laden auch ohne vorherige Authentifizierung möglich. Entweder bietet der Anbieter die Nutzung seiner Ladestation unentgeltlich an oder ermöglicht eine Bar- oder Kartenzahlung vor Ort [Bundesgesetzblatt: 2017, S. 1520 ff].

Ergänzend zu dieser Mindestanforderung bieten mehrere Anbieter auch langfristig angelegte Vertragspakete für ihre Ladestationen an. Die Abrechnung erfolgt dabei entweder nach einem Zeittarif, bei dem jede Lademinute zu einem Festpreis abgerechnet wird, zum Teil wird hier zwischen Normal- und Schnellladen unterschieden. Andere Anbieter rechnen hingegen die verbrauchten Kilowattstunden ab, bieten eine Flatrate an, die alle Ladevorgänge abdeckt, oder berechnen eine Pauschale für jeden Ladevorgang. Der Vorteil der Abrechnung nach Kilowattstunden liegt darin, dass nur der tatsächlich verbrauchte Strom berechnet wird. Die Fahrzeugtypen gehen unterschiedlich mit der angebotenen Ladeleistung um und sind zum Teil in ihrer Aufnahmefähigkeit begrenzt. Dementsprechend dauert es bei den einzelnen Fahrzeugtypen unterschiedlich lange, um die gleiche Strommenge zu laden. Auf der anderen Seite besteht bei der ladezeitabhängigen Abrechnung ein monetärer Anreiz, den Stellplatz an der Ladesäule zeitnah für andere Nutzer freizugeben und damit die Chance, das Problem von Ladeparkern und den Missbrauch von Ladestationen als kostengünstigen Stellplatz im urbanen Raum zu verhindern. Auf der anderen Seite führt die ladezeitbezogene Abrechnung dazu, dass umgerechnet zum Teil ein unverhältnismäßig hoher Preis je bezogener Kilowattstunde entrichtet werden muss.

Neben Direktverträgen mit einzelnen Ladesäulenanbietern haben sich mittlerweile auch mehrere netzübergreifende Abrechnungssysteme etabliert, bei denen die Angebote der einzelnen Anbieter gebündelt werden. Eine Karte oder das Smartphone dienen zur Authentifizierung und der nutzerbasierten Abrechnung, die vom Anbieter des Abrechnungssystems zwischen Endkunde und Ladesäulenbetreiber abgewickelt wird.





# V. Ladeinfrastruktur und Elektromobilität in der Praxis – aus Verbrauchersicht





## V. Ladeinfrastruktur und Elektromobilität in der Praxis – aus Verbrauchersicht

### 5.1. Mieter

Die Errichtung eines Ladepunktes stellt eine bauliche Veränderung der Immobilie dar, dementsprechend sind Mieter bei ihrem Vorhaben von der Zustimmung des Vermieters beziehungsweise der Hausverwaltung abhängig, die ihm diese auch verwehren dürfen. Liegt die Zustimmung vor, sollte im Vorfeld zwischen beiden Parteien geklärt werden, wie die Abrechnung des Stromverbrauchs für das Laden erfolgen soll. Wenn baulich möglich, kann der zusätzliche Stromverbrauch über den vorhandenen Stromzähler abgerechnet werden, alternativ bietet sich der Einbau eines zusätzlichen Stromzählers an. Zudem sollte eine Regelung darüber getroffen werden, wie bei Auszug des Mieters mit der installierten Ladestation zu verfahren ist. Grundsätzlich hat der Vermieter einen Anspruch darauf, dass der Mieter bei Auszug die Immobilie in den ursprünglichen Zustand zurückversetzt. Nimmt er dieses Recht in Anspruch, müsste der Mieter nicht nur die Ladestation abbauen, sondern auch die verlegten Leitungen entfernen. Entsprechend sollte im Vorfeld schriftlich eine Regelung für den Auszug getroffen werden. In der Praxis bieten sich neben dem vollständigen Rückbau zwei weitere Optionen: Zum einen kann der Mieter bei Auszug die Ladestation bei Auszug dem Vermieter oder einem möglichen Nachmieter gegen eine vereinbarte Abstandszahlung zur weiteren Nutzung überlassen. Ist keine Folgenutzung der Ladestation geplant, lässt sich diese auch entfernen. Dabei bleibt die Verkabelung des Anschlusses jedoch erhalten und wird mit einer Blinddose verschlossen, sodass eine erneute Nutzung als Ladestation zu einem späteren Zeitpunkt weiterhin möglich ist. Die Kosten für Ein- und Ausbau trägt in der Regel der Mieter, der Vermieter kann aber die Kosten übernehmen, wenn er sich davon eine Aufwertung der Immobilie verspricht.

# V.

## Ladeinfrastruktur und Elektromobilität in der Praxis – aus Verbrauchersicht

### 5.2. Haus- und Wohnungseigentümer

Für Hausbesitzer, bei denen das Hausgrundstück sowie Nebenflächen für Garagen oder Stellplätze real geteilt sind und die damit als alleiniger Eigentümer über Bestandsveränderungen auf ihrem Grund und Boden entscheiden können, ist die Installation einer Ladeinfrastruktur ohne rechtliche Hürden möglich.

Deutlich schwieriger stellt sich die Situation jedoch bei Wohnungseigentümergeinschaften (WEG) dar, wie sie beispielsweise bei Mehrfamilien- oder Reihenhäusern üblich und weit verbreitet sind. Die Errichtung einer Ladeinfrastruktur stellt in diesem Fall eine bauliche Änderung am Gemeinschaftseigentum dar, was die Zustimmung der Eigentümergemeinschaft voraussetzt. Dabei reicht derzeit die Ablehnung eines einzelnen Miteigentümers, um die Aufstellung einer Ladesäule oder das Anbringen einer Wallbox zu verhindern. Gelingt es jedoch die Miteigentümer nicht nur vom eigenen Vorhaben zu überzeugen, sondern diese ebenfalls zu einer zukunftsorientierten Umrüstung zu bewegen, lassen sich die Fixkosten für die Installation auf mehrere Eigentümer verteilen. Um die rechtlichen Hürden zu verringern, wurde vom Bundesrat ein Gesetzesentwurf eingebracht, der durch Änderungen im Wohnungseigentumsgesetz und im Bürgerlichen Gesetzbuch den Ausbau der privaten Ladeinfrastruktur vereinfachen soll, indem die Errichtung einer Ladestelle auch ohne Zustimmung der Eigentümergemeinschaft möglich ist.

### 5.3. Installation und Nutzung von privaten Ladestationen

Liegen die gegebenenfalls benötigte Zustimmung des Vermieters oder der Eigentümergemeinschaft vor, sollte in einem ersten Schritt die für den Standort, den im Fahrzeugtyp verbauten Laderegler und das eigene Ladeverhalten geeignete Lademöglichkeit ausgewählt werden. Neben den reinen Materialkosten haben auch die Montagekosten je nach Standort einen größeren Einfluss auf die gesamten Installationskosten, sodass mehrere Angebote eingeholt werden sollten. Es empfiehlt sich vor der Beauftragung mit einem Fachbetrieb eine Begehung durchzuführen, um zu ermitteln, welche Ladestationen an der vorhandenen Elektroinstallation betrieben werden können und um einen eventuellen Anpassungsbedarf der Installation zu bestimmen.

Wallboxen, die in Wandmontage beispielsweise in der Garage oder am Carport angebracht werden können, sowie Ladesäulen oder Wallboxen mit einem zusätzlichen Standfuß für die Montage auf nicht überdachten Parkflächen, stellen für privat installierte und betriebene Ladestellen die gängigen Lösungen dar. Für die Außenaufstellung geeignete Ladestationen sollten mindestens die IP 44 (Schutz vor Spritzwasser) Einstufung erfüllen, besser jedoch die Einstufung in IP 54 oder IP 65. Preislich starten die Wallboxen bei 600 € je Gerät, abhängig von der Gestaltung und dem Funktionsumfang sind jedoch auch Preise bis ca. 2.500 € üblich.

Die Gerätekosten für Ladesäulen liegen derzeit im mittleren vierstelligen Eurobereich. Für die Montage durch einen Fachbetrieb ist keine pauschale Aussage zu den Kosten möglich, da beispielsweise der Aufwand bei einer bereits mit einem Stromanschluss ausgestatteten Garage deutlich geringer ist, als wenn zunächst Grabungsarbeiten erforderlich sind, um ein Kabel vom Sicherungskasten zum geplanten Standort der Ladestation zu verlegen. Der Kostenrahmen für die Installation sollte jedoch in den meisten Fällen zwischen rund 500 € und 2.000 € liegen. Je nach Modell verfügen Ladestationen über Kommunikationsschnittstellen und können so kabelgebunden oder drahtlos mit Endgeräten verbunden und angesteuert werden. Dies ermöglicht beispielsweise die Steuerung des Ladevorgangs, das Abrufen des Ladezustandes oder des Stromverbrauchs über das Smartphone. Intelligente Ladestationen können auch genutzt werden, um den Ladevorgang zeitgesteuert durchzuführen, beispielsweise wenn der mit dem Energieversorger abgeschlossene Stromtarif Tarife für unterschiedliche Zeitfenster vorsieht. Wird die Ladestation mit der Steuereinheit einer Photovoltaikanlage verbunden, kann der Ladevorgang auch an die Erzeugungskurve der Solaranlage angepasst und in Abhängigkeit von der Lastkurve anderer im Netz betriebener Verbraucher gesteuert werden.

Während in geschlossenen Räumen betriebene Ladestationen vor Fremdzugriff geschützt sind, sollten öffentlich zugängliche Ladestationen mit einer Autorisierungsmöglichkeit ausgestattet sein. Die Lösungen der Hersteller sind vielfältig und reichen vom Schlüsselschalter, über RFID-Karten bis hin zur Freischaltung über das Mobiltelefon.

#### Zuhause Laden - Stromtarif & Stromkosten

Die Anschaffung eines Elektrofahrzeuges bedeutet immer auch einen neuen Stromverbraucher. Was beim E-Bike noch eine vernachlässigbare Größe darstellt, wird abhängig von der jährlichen Fahrleistung bei einem Pkw zu einem größeren Posten der Stromrechnung. Für einen Kleinwagen mit einem Verbrauch von 15 kWh auf 100 km führt dies bei einer jährlichen Laufleistung von 15.000 km zu einer zusätzlichen Stromnachfrage von rund 2.300 kWh. Dies entspricht bei einem angenommenen durchschnittlichen Haushaltsstrompreis von 0,29 Ct/kWh Mehrkosten von rund 700 € für den Strombezug.

Für den Fahrzeugbetreiber bedeutet dies, dass Alternativen zum bisherigen Stromtarif gesucht werden sollten. Infrage kommen dafür beispielsweise Tag-Nacht-Tarife oder Tarife, bei denen das Verhältnis zwischen Grundpreis und kWh-Preis auf den erwarteten Jahresverbrauch ausgelegt sind.

# V.

## Ladeinfrastruktur und Elektromobilität in der Praxis – aus Verbrauchersicht

Eine weitere Alternative stellt die Anschaffung eines zusätzlichen Stromzählers dar. Wird ausschließlich der Ladevorgang des Elektroautos über diesen abgerechnet, dann gilt dieses nach dem Energiewirtschaftsgesetz als „steuerbare Verbrauchseinrichtung“, die einen Beitrag zur Netzstabilität leisten kann. Der Vorteil ist, dass dadurch reduzierte Netzentgelte berechnet werden, was den Strombezug vergünstigt. Auf der anderen Seite kann der Netzbetreiber aber auch den Ladevorgang unterbrechen, wenn dies für die Netzentlastung notwendig ist. Aufgrund der Nachfragespitzen zur Mittagszeit und am frühen Abend ist in der Regel in diesen Zeiträumen mit Unterbrechungen zu rechnen. Maximale Dauer und Häufigkeit der zulässigen Unterbrechungen sind dabei festgelegt. Die Wirtschaftlichkeit dieses Vorgehen hängt davon ab, ob die Kosten für den zusätzlichen Stromzähler unter den eingesparten Strombezugskosten liegen.

### 5.4. Haftung und Sicherheit

Ladestationen arbeiten mit hohen Stromstärken und sind daher mehrfach abgesichert, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten. Die elektronische Überwachung des Ladevorgangs sorgt dafür, dass bei Störungen der Ladevorgang automatisch unterbrochen wird. Voraussetzung für einen sicheren Betrieb ist, dass die Installation durch einen für den Bereich Elektromobilität qualifizierten Fachbetrieb durchgeführt wird. So haftet der Installationsbetrieb auch für Schäden, die auf eine fehlerhafte Installation zurückzuführen sind. Verursacht das Elektrofahrzeug oder die Ladestation selbst einen Schaden, liegt die Haftung im Rahmen der Produkthaftung beim Hersteller. Durch die Bauart der Ladestationen soll eine Fehlbedienung verhindert werden, so sind die Anschlüsse der Ladestationen ausschließlich für Elektrofahrzeuge nutzbar. Dennoch haftet im Schadensfall der Nutzer im Fall einer Fehlbedienung.





# VI. Ladeinfrastruktur und Elektromobilität in der Praxis – aus Unternehmerperspektive





## VI. Ladeinfrastruktur und Elektromobilität in der Praxis – aus Unternehmerperspektive

Während Elektromobilität von Unternehmen noch vor wenigen Jahren fast ausschließlich als Image- und Werbeträger und Aushängeschild der eigenen Corporate Social Responsibility genutzt wurde, stehen Unternehmen mit der wachsenden Bedeutung der Elektromobilität im Alltag zunehmend vor der Herausforderung, sich gegenüber neuen Mobilitätskonzepten und der Bedeutung von Elektromobilität für den eigenen Betrieb positionieren zu müssen. Ein Blick auf die Zulassungszahlen zeigt, dass der gewerbliche Sektor bereits heute schon den größten Nutzerkreis elektrisch betriebener Kraftfahrzeuge darstellt. So waren Anfang 2017 rund 55 Prozent der insgesamt 34.000 reinen Stromer und zwei Drittel der rund 21.000 Plug-in-Hybriden auf gewerbliche Halter eingetragen [KBA: 2017a, S. 14].

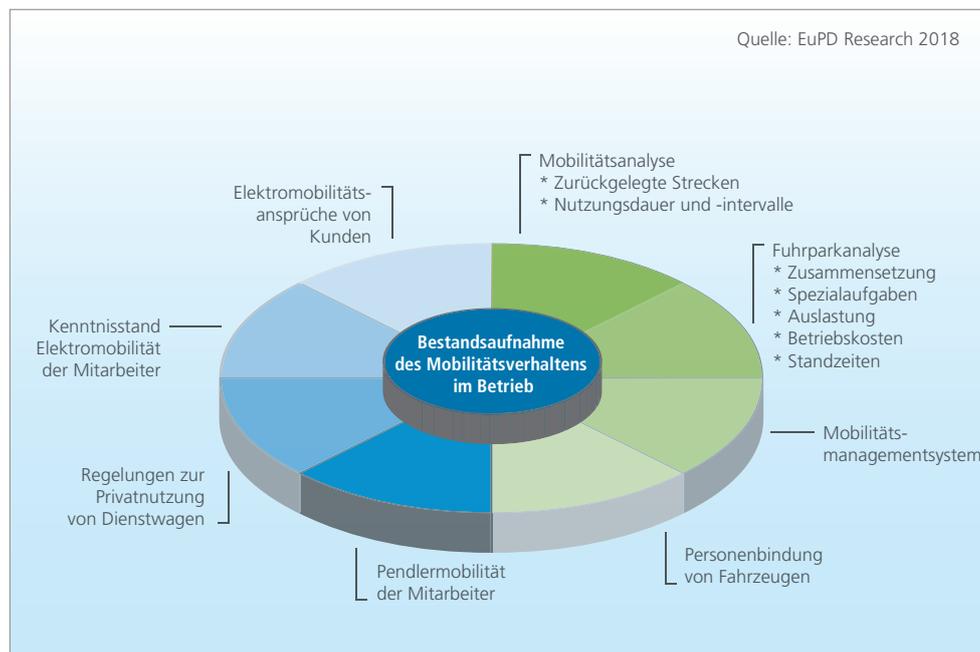
Zu den Treibern für diese Entwicklung zählt neben drohenden Fahrverboten für Verbrenner und der Möglichkeit, die CO<sub>2</sub>-Bilanz von Fuhrpark und Unternehmen zu verbessern, mittlerweile auch die Wirtschaftlichkeit von Elektromobilität, die in vielen Anwendungsszenarien bereits heute gegeben ist. Auf der anderen Seite fragen zunehmend auch Mitarbeiter, Kunden oder Lieferanten Ladepunkte nach, um Privatfahrzeuge oder Dienstwagen während der Standzeiten im Unternehmen laden zu können.

Die Einführung von Elektromobilität bedeutet für Unternehmen in der Regel mehr als nur den Austausch von Verbrennern gegen reine Stromer oder Hybrid-Fahrzeuge, sondern erfordert, dass das Zusammenspiel zwischen betriebsbedingten Fahrten, Fuhrpark, Fahrzeugpooling und Mitarbeitermobilität neu gedacht und die Akzeptanz unter den Mitarbeitern gewonnen werden muss.

Am Anfang steht in jedem Fall eine Analyse des bestehenden Fuhrparks und weiterer Formen der Mobilitätsnutzung, um Zusammensetzung, Funktion der Fahrzeuge, Nutzungsverhalten und Auslastung zu ermitteln. Dies erfolgt in der Regel in Form einer Fahrdatenauswertung über einen festgelegten Zeitraum. Ergänzend sollten auch die Haltung und die Bedürfnisse von Mitarbeitern, Geschäftspartnern und Kunden in Bezug auf die Elektromobilität ermittelt werden.

# V. Ladeinfrastruktur und Elektromobilität in der Praxis – aus Unternehmerperspektive

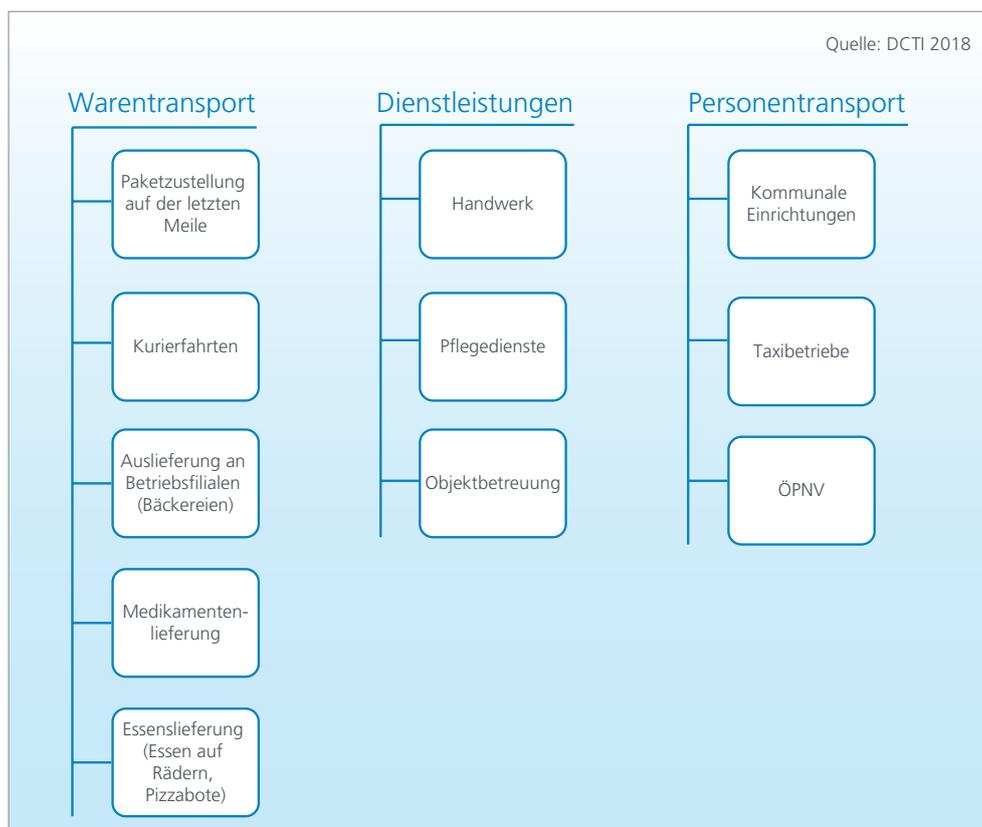
» Grafik 15: Mobilitätsanforderungen in Betrieben und im unternehmerischen Umfeld



## 6.1. Eignung des Unternehmens für Elektromobilität

Elektromobilität spielt ihre Stärken vor allem dann aus, wenn die Fahrzeuge zum Transport von Waren und Personen lokal und regional vor allem im urbanen Raum eingesetzt werden. Denn kurze Distanzen und häufige Fahrtunterbrechungen bilden das ideale Fahrtprofil für elektrifizierte Kleintransporter, Pkw und E-Bikes oder Elektroroller. In vielen unternehmerischen Bereichen, wie beispielsweise der Distributionslogistik von Bäckereien zur Filialbelieferung, stehen Streckenführung und Fahrtzeiten fest und weisen wiederkehrende Mobilitätsnutzungsintervalle auf, sodass der Reichweitenbedarf feststeht und Zeitfenster für Ladevorgänge prognostizierbar sind. Ausgehend von dieser Charakterisierung eignen sich Elektrofahrzeuge für den Güter- und Personentransport sowie die Bereitstellung von Dienstleistungen exemplarisch für folgende Geschäftsfelder:

» Grafik 16: Geschäftsfelder mit guten Rahmenbedingungen für den Einsatz von Elektromobilität



## 6.2. Einsatzprofile und Fuhrparkmanagement

Ausgehend von der Bestandsaufnahme der gegenwärtigen und zukünftig erwarteten Mobilitätsnutzung im Unternehmen, steht als nächster Schritt die Entwicklung von Szenarien an, die das Elektrifizierungspotenzial abbilden und ökonomische wie ökologische Faktoren berücksichtigen. Ziel sollte in der Folge sein, die im Unternehmen erforderliche Mobilität ausgehend von einer Bedarfsorientierung der Mitarbeiter, Kunden und Geschäftspartner zu optimieren. Nur in wenigen Fällen wird der vollständige Umstieg auf Elektromobilität direkt erfolgen können und stellt in der Regel auch nicht die effizienteste Lösung dar. Doch vor allem der Fahrzeugmix von größeren Fuhrparks bietet durch die Einbindung von Elektrofahrzeugen in den Flottenbetrieb praxistaugliche Möglichkeiten zu einer nachhaltigeren Diversifizierung.

# M • Ladeinfrastruktur und Elektromobilität in der Praxis – aus Unternehmerperspektive

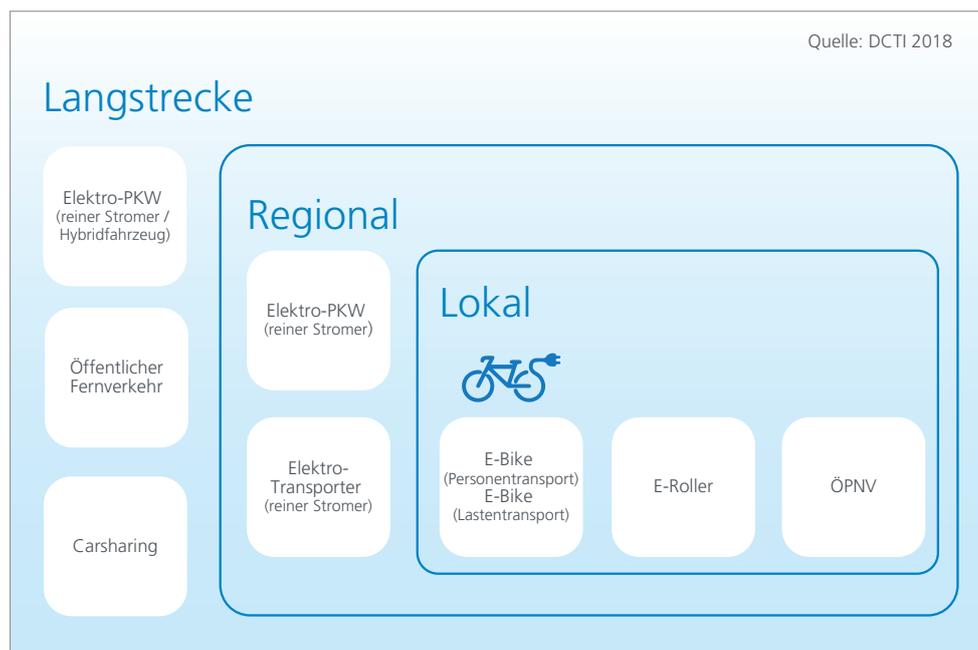
Dabei können sich die Vor- und Nachteile der jeweiligen Antriebskonzepte ergänzen und die Reichweitenproblematik an Bedeutung verlieren, da für jedes Fahrtprofil ein passendes Fahrzeug zur Verfügung steht. Fuhrparkmanagementsysteme können aufgrund von Angaben zur geplanten Strecke jeweils die passende Mobilitätslösung hinsichtlich verschiedener Kriterien wie Kosten, Verfügbarkeit, Zeitaufwand oder CO<sub>2</sub>-Ausstoß vorschlagen und entsprechend passende Fahrzeuge zuweisen. Dies stellt neben einer hohen Einsatzhäufigkeit von Elektrofahrzeugen auch sicher, dass der jeweils optimale Mobilitätsmix verwendet wird. In vielen Fällen lassen sich Fuhrparkmanager in ihrer Investitionsentscheidung von den Kriterien Reichweite und anfängliche Investitionskosten leiten. Anders als private Nutzer besteht jedoch für Unternehmen die Möglichkeit, einen Teil der Mehrkosten zu vermeiden. So entfällt bei der gewerblichen Nutzung die aufgrund des höheren Anschaffungspreises höhere Mehrwertsteuerabgabe. Des Weiteren steigt mit den höheren Investitionskosten auch der Abschreibungsbetrag, was eine Senkung der Steuerlast bedeutet. Die wichtigste Stellschraube für einen ökonomischen Einsatz von Elektromobilität bilden jedoch die niedrigen Betriebskosten von Elektrofahrzeugen, die typischerweise rund 50 Prozent unter denen eines vergleichbaren Verbrenners liegen. Im Vergleich zur privaten Fahrleistung weisen die Mobilitätsprofile von Unternehmen oftmals eine deutlich höhere Fahrleistung auf, entsprechend verschiebt sich das Verhältnis zwischen den hohen Erstinvestitionskosten für Elektromobilität zugunsten der niedrigeren Betriebskosten und kann einen maßgeblichen Faktor für die Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen darstellen und zudem die Amortisationszeiten verkürzen. Maßgeblich für einen effizienten Ressourceneinsatz ist dabei die Auslastung der Fahrzeuge. Gelingt es, diese zu steigern, kann zudem die Poolgröße verringert werden, was weitere positive Nebeneffekte wie einen geringeren Parkplatzbedarf mit sich bringt. Neben einer Überarbeitung der Einsatzpläne und einer Anpassung der Fahrzeugpoolnutzung an die Besonderheiten der Elektromobilität (Einplanung von Standzeiten für Ladevorgänge), spielt dabei auch die Erweiterung der Nutzung eine Rolle. Für den Fahrzeugpool kann dies bedeuten, dass Fahrgemeinschaften mit Firmenwagen unterstützt werden oder eine Kooperation mit benachbarten Unternehmen eingegangen wird, um die Auslastung und Diversifizierung des Fahrzeugpools zu steigern. Zudem können Elektro-Dienstwagen auch zur privaten Nutzung freigegeben werden. Um die Einschränkungen bei Langstreckenfahrten und die daraus resultierende niedrigere Attraktivität von Stromern für den Arbeitnehmer auszugleichen, können Arbeitgeber neben dem Fahrzeug auch eine Guthabekarte für andere ergänzende Mobilitätsangebote überlassen.

Neben der Neuausrichtung der Poolzusammensetzung bietet es sich dabei an, auch externe Dienstleister wie Carsharinganbieter oder den öffentlichen Nah- und Fernverkehr in den Mobilitätsmix einzubeziehen. Zu den Herausforderungen und möglicherweise auch Einschränkungen zählen dabei die Personenbindung von Fahrzeugen und die funktionale Mobilität wie beispielsweise bei Monteuren. In jedem Fall unerlässlich ist eine umfassende Mitarbeiterschulung, die auf die Besonderheiten der Elektromobilität eingeht. Dazu zählen die Reichweiteneinschränkung und die Vorgehensweise beim Laden des Fahrzeugs sowie im Fahrbetrieb der Umstieg auf ein Automatikgetriebe

und das geräuschlose Fahren. Ergänzend ergeben sich aus dem Umstieg auch Anforderungen an die Überwachung, da entweder manuell oder durch eine IT-Einbindung sichergestellt werden muss, dass Ladestecker eingesteckt werden und der Ladevorgang korrekt verläuft. Nur so steht am nächsten Tag oder für die nächste Schicht auch ein einsatzbereites Fahrzeug zur Verfügung.

Abhängig von den jeweiligen Fahrprofilgruppen kann ein an der Elektromobilität und Nachhaltigkeit ausgerichteter Mobilitätsmix folgende Elemente beinhalten:

» **Grafik 17: Typologisierung der Mobilitätsoptionen in Abhängigkeit von der Streckendistanz**



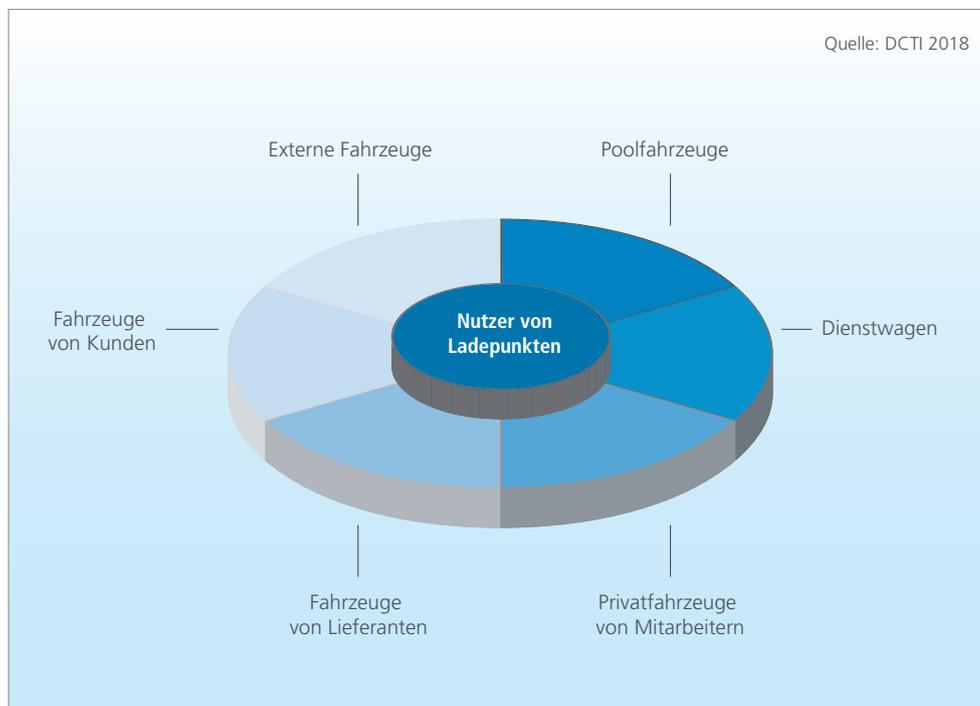
### 6.3. Installation und Nutzung von Ladepunkten

Wird die Ladestruktur in der Planung an das Nutzungsverhalten angepasst, lässt sich Elektromobilität mit verschiedenen Mobilitätsprofilen kombinieren: Während beispielsweise der Handwerksbetrieb die Batterien seiner Fahrzeuge über Nacht im Normalladeverfahren wieder füllt, können im Mehrschichtbetrieb schnellere Ladeverfahren genutzt werden, um zwischen den Schichten oder in Pausenzeiten zu laden.

# V • Ladeinfrastruktur und Elektromobilität in der Praxis – aus Unternehmerperspektive

Die Auswahl der unternehmerischen Ladeinfrastruktur richtet sich nach den Bedürfnissen unterschiedlicher Nutzergruppen, berücksichtigt die am geplanten Standort zur Verfügung stehenden Leistungskapazitäten und bezieht je nach Bedeutung der Elektromobilität und der Unternehmensgröße auch Mobilitäts- und Lademanagementverfahren in die Planung ein.

» Grafik 18: Typische Nutzer von Ladeinfrastruktur in Unternehmen



Aufgrund der niedrigeren Investitionskosten und den geringeren Anforderungen an die vorhandene Elektroinstallation bietet sich die Einrichtung von Wallboxen, welche die Ladebetriebsarten 1 und 2 sowie eventuell auch 3 unterstützen, überall dort an, wo längere Standzeiten der Fahrzeuge zu erwarten sind. Dies betrifft zum einen Fahrzeuge aus dem Firmenpool, die über Nacht geladen werden können, entspricht aber auch den Ansprüchen von Pendlern, die neben längeren Standzeiten am Wohnort auch die Standzeit während ihrer Arbeitszeit für Ladevorgänge nutzen wollen. Aufgrund der höheren Investitionskosten und der Anforderungen an die Netzleistung wird die Installation von Schnellladesäulen nur in wenigen Fällen infrage kommen, beispielsweise wenn im Mehrschichtbetrieb die Batterieladung in einem kurzen Zeitraum erfolgen muss. Durch den Einsatz von Lade- und Lastmanagementsystemen kann die verfügbare Netzleistung auf die einzelnen Ladestationen flexibel verteilt und so eine bedarfsabhängige Priorisierung erfolgen.

So lässt sich beispielsweise sicherstellen, dass für den Betriebsablauf benötigte Fahrzeuge vorrangig geladen werden und Lasten für den Ladevorgang mit der Lastkurve anderer Verbraucher im Betrieb abgestimmt werden.

Unabhängig vom gegenwärtigen Elektrifizierungsgrad der Firmenflotte, sollte bei Neuplanungen von Gebäuden und Parkflächen immer auch die zukünftige Bedeutung von Ladepunkten in der Planung berücksichtigt werden, da die Investitionskosten für Ladepunkte und den Ausbau der Netzanschlussleistung deutlich höher ausfallen, wenn diese später in den Bestand integriert werden. Zudem erfordert die Gesetzgebung eine Auseinandersetzung mit dem Thema. So steht Anfang 2018 auf EU-Ebene die Entscheidung über eine Novellierung der Gebäudeeffizienz-Richtlinie an. Geplant ist, dass in Nicht-Wohngebäuden, die grundlegend saniert oder neu gebaut werden und die über mehr als zehn Pkw-Stellplätze verfügen, bis 2030 mindestens jeder fünfte Stellplatz über eine Anschlussdose verfügen muss, an der eine Ladestation angeschlossen werden kann. Bei mehr als 20 Stellplätzen liegt dann die Frist bereits in 2025 [Lütkehus: 2017].

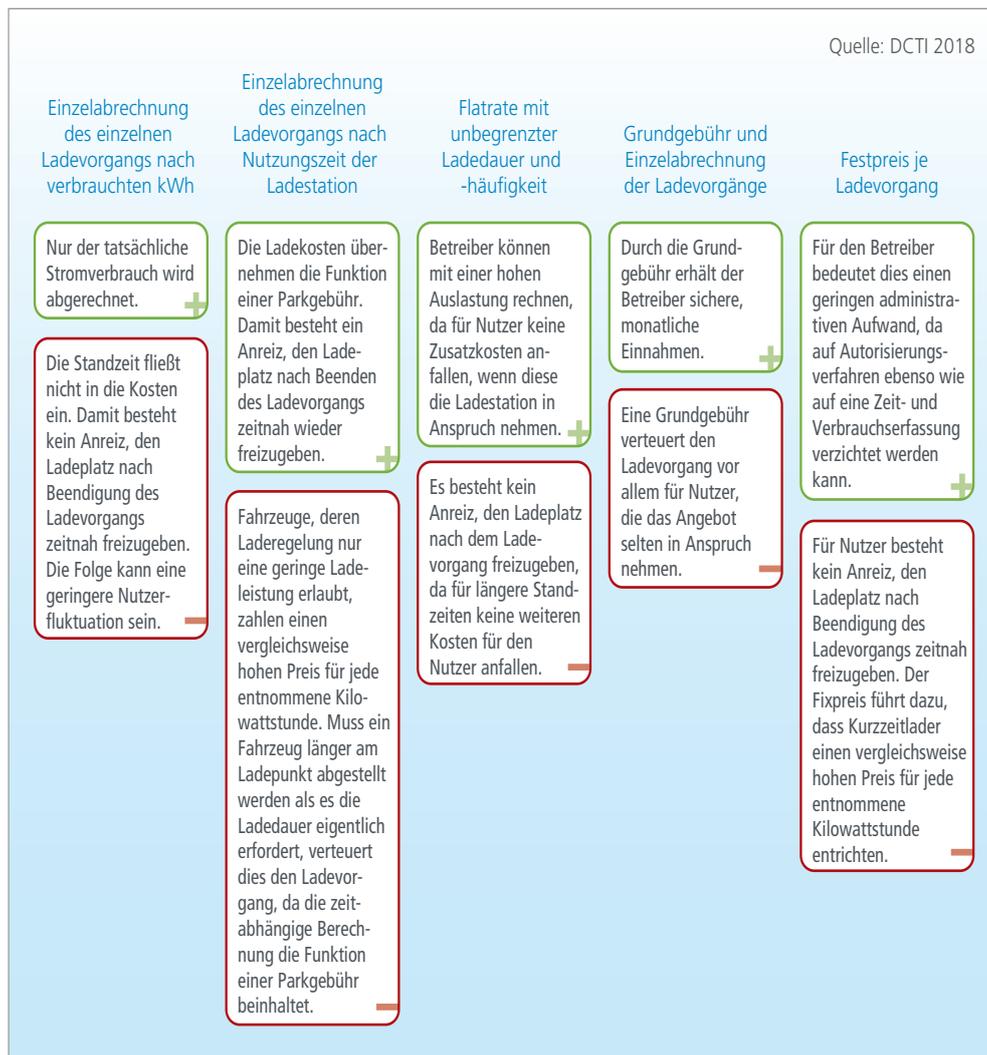
Neben dem Eigenbetrieb der Ladeinfrastruktur können Unternehmen auch auf die Angebote von Drittanbietern zurückgreifen, die Betrieb, Wartung und Abrechnungsverfahren übernehmen. Wird die Ladeinfrastruktur halböffentlich ausgerichtet, können Unternehmen zusätzliche Erlöse generieren. So lassen sich Ladepunkte und Stellplätze externen Kunden in Zeiträumen zur Verfügung stellen, in denen das Unternehmen keinen Nutzungsbedarf aufweist.

## 6.4. Laden am Arbeitsplatz, Zuhause und unterwegs – Abrechnungsmodelle

Kommunikationsfähige Ladestationen bringen die Voraussetzungen für die Authentifizierung von Nutzern und die Abrechnung von Ladevorgängen mit sich. In vielen Fällen stellen Unternehmen heute jedoch ihr Ladeangebot kostenlos für Mitarbeiter oder externe Nutzer zur Verfügung. Dem Erlösverzicht stehen positive Effekte auf die Mitarbeiterbindung und die Attraktivität für Kunden gegenüber. Außerdem lassen sich Kosten für Abrechnungs- und Authentifizierungsverfahren vermeiden. Soll Ladeinfrastruktur für das Unternehmen ein monetäres Erlösmodell bilden, stehen dafür mehrere Ansätze zur Verfügung:

# M • Ladeinfrastruktur und Elektromobilität in der Praxis – aus Unternehmerperspektive

» Grafik 19: Übersicht und Bewertung verschiedener Modelle zur Abrechnung von Ladevorgängen



Das kommerzielle Management kann dabei entweder durch den Betrieb selbst oder über einen externen Dienstleister durchgeführt werden, der beispielsweise die Verwaltung der Nutzungsrechte, das Monitoring und die Rechnungsstellung übernimmt. Mit der zunehmenden digitalen Vernetzung von Ladepunkten, die durch die geänderte Ladesäulenverordnung für öffentlich zugängliche Stationen mittlerweile verpflichtend ist, können zudem Ladestationen an verschiedenen privaten, öffentlichen und halböffentlichen Standorten miteinander verknüpft werden. Dies ermöglicht Unternehmen Abrechnungsmodelle, die nach Nutzergruppen, Fahrzeugen und Standorten der Lade-

stationen differenzieren. So lassen sich Firmenwagen an der privaten Ladestation zu Hause auf Firmenkosten beladen oder auf Dienstreisen öffentliche Schnellladestationen nutzen, wobei in allen Fällen die Abrechnung in einem System erfolgt.

## 6.5. Elektromobilität und Unternehmensverantwortung

Als ökologische Zukunftstechnologie bietet Elektromobilität Unternehmen als First Movern die Chance auf eine positive Außen- und Innendarstellung. Möglich wird dies durch die im Alltag dauerhaft gewährleistete Visibilität der Fahrzeuge, der Ladeinfrastruktur sowie von Energieerzeugungsanlagen, beispielsweise in Form von Solarcarports, die den Strom für elektromobile Anwendungen lokal und nachhaltig erzeugen. Diese Sichtbarkeit ist sowohl im Fahrbetrieb durch den geräuschlosen Antrieb und das in vielen Fällen besondere Design von Elektrofahrzeugen gewährleistet, aber auch bei Standzeiten, wenn die Verkabelung mit dem Ladepunkt sichtbar wird. Eine weitere Form, um die Ladeinfrastruktur öffentlichkeitswirksam zu präsentieren, kann die Freigabe der Ladepunkte für die Nutzung durch (externe) Kunden und Lieferanten darstellen. Hersteller bieten zudem auch Ladesäulen an, die mit einem Display ausgestattet sind. Dieses lässt sich verwenden, um über das eigene Engagement im Bereich der Elektromobilität oder auch über Unternehmensangebote zu informieren. Aufgrund der vermiedenen CO<sub>2</sub>- und Feinstaubemissionen eignet sich Elektromobilität auch, um die Umweltziele von Unternehmen zu erreichen und dies über Nachhaltigkeitsberichte auch gegenüber der Öffentlichkeit zu kommunizieren. Mit der Einbindung von E-Bikes in den Fahrzeugpool oder der Überlassung von elektrifizierten Dienstfahrrädern für Pendler und zur privaten Nutzung kann Elektromobilität neben dem ökologischen Aspekt zudem einen Beitrag zum betrieblichen Gesundheitsmanagement leisten.

# VII. Photovoltaikanlagen und Elektromobilität





## VII. Photovoltaikanlagen und Elektromobilität

Die lokale Nullemission von Elektrofahrzeugen sorgt im Fahrbetrieb für Mobilität ohne Schadstoffausstoß und kann dabei einen wichtigen Beitrag zur Luftverbesserung in Innenstädten und Ballungszentren leisten. Entscheidend für die Umweltbilanz von Elektrofahrzeugen ist neben dem Energie- und Ressourcenaufwand bei der Herstellung von Fahrzeug und Batteriesystem aber der Strommix, der für die Ladevorgänge genutzt wird. Neben der Auswahl eines Ökostromanbieters bietet vor allem die Einbindung einer Photovoltaikanlage in die Ladeprozesse deutliche ökologische und ökonomische Vorteile. Zum einen ist die Solarstromerzeugung abgesehen von der Herstellung der Komponenten im Betrieb praktisch CO<sub>2</sub>-neutral, zum anderen sorgen die niedrigen Stromgestehungskosten dafür, dass die Kosten für das Laden deutlich niedriger ausfallen als beim Bezug von Ladestrom zu üblichen Tarifen. Elektromobilität lässt sich dabei sowohl in bestehende Anlagen einbinden, das Verbrauchs- und Ladeverhalten lässt sich aber bei Neuanlagen auch bereits in der Planungsphase berücksichtigen.

### 7.1. Erzeugung von Solarstrom

Solaranlagen werden üblicherweise als Freiflächenanlagen oder Aufdachanlagen errichtet, beziehungsweise in die Gebäudehülle integriert. Die verfügbare Fläche begrenzt dabei die mögliche Anlagengröße. Bei Anlagen auf Gebäuden werden je nach Wirkungsgrad der Module rund 8 bis 10 m<sup>2</sup> Dachfläche benötigt, um eine Leistung von 1 kW zu installieren. Abhängig vom Standort der Anlage sorgt jedes installierte kW damit für einen jährlichen Stromertrag zwischen rund 900 und 1.000 kWh. Eine für ein Einfamilienhaus typische Anlage mit 7 kW würde damit jährlich rund 6.000 bis 7.000 kWh Strom erzeugen. Dem steht ein typischer Verbrauch von rund 4.000 kWh einer vierköpfigen Familie im gleichen Zeitraum gegenüber, sodass der verbleibende Überschuss von 2.000 bis 3.000 kWh beispielsweise für das Laden der Batteriespeicher von Elektrofahrzeugen genutzt werden kann. Für einen Mittelklasse-Stromer würde dies für eine Laufleistung von rund 13.000 bis 20.000 km jährlich ausreichen.

Stehen auf größeren Gewerbegebäuden ausreichend Dachflächen zur Verfügung, sind auch Anlagengrößen von mehreren 100 kW realisierbar. Mit einer solchen Anschlussleistung würde dann auch der Einsatz von Photovoltaikanlagen bei Schnellladeverfahren ermöglicht.

Voraussetzung für einen hohen Ertrag ist, dass der Standort der Photovoltaikanlage möglichst über den gesamten Tages- und Jahresverlauf frei von Schattenwurf ist und die Module mit einem Neigungswinkel von 30 bis 35 Grad in Südausrichtung angebracht werden. Bei Flachdächern kann die Idealausrichtung auch durch eine Aufständering der Module erfolgen.

# VII • Photovoltaikanlagen und Elektromobilität

Lässt der gewünschte Anlagenstandort dies nicht zu, sind auch andere Anlagenplanungen, beispielsweise in Ost-West-Ausrichtung möglich.

Dabei sinkt zwar der Maximalertrag, gleichzeitig findet aber eine Verlagerung der Stromproduktion in die Morgen- und Nachmittagsstunden statt. Abhängig vom Verbrauchsprofil vor Ort kann eine solche Konfiguration dabei helfen, die Stromnachfrage in diesen Zeitfenstern zu decken.

## Stromerzeugung an Carport und Garage

Neben der üblichen Aufdachanlage auf Wohn- oder Gewerbegebäuden können auch Garagen oder Carports mit Solarmodulen ausgestattet werden, um mit direkt am Abstellort des Fahrzeugs erzeugtem Solarstrom die Batterien zu laden. Zum einen ist hier die Nachrüstung von bestehenden Carports mit einer Solaranlage möglich. Dabei muss allerdings sichergestellt sein, dass die Statik die zusätzliche Last aufnehmen kann. Zum anderen werden auch Carports angeboten, bei denen die Solaranlage bereits in die Konstruktion eingeplant ist. Die Anlage wird dabei entweder auf das Dach montiert oder die Module übernehmen in den gebäudeintegrierten Varianten neben der Stromerzeugung auch die Wetterschutzfunktion des Daches. Ein typischer privater Solar-Carport mit zwei Stellplätzen verfügt in der Regel über ausreichend Dachfläche, um eine Solaranlage mit 4 bis 5 kW zu errichten. Je nach Standort, Ausrichtung und Modultyp sind damit in Deutschland jährliche Stromerträge von rund 4.500 kWh möglich. Damit lässt sich ein Elektro-Pkw mit einem Verbrauch von 15 kWh/100km rund 30.000 km bewegen. Fallen der Stromertrag und der Ladevorgang nicht zeitlich zusammen, kann zusätzlich ein stationärer Stromspeicher in das System eingebunden werden, der die Fahrzeugbatterie zu einem späteren Zeitpunkt mit Solarstrom speist. Wie auch bei Photovoltaikanlagen auf Wohn- und Unternehmensgebäuden, erfüllen in der Regel auch die Anlagen auf Carports die Voraussetzungen für die EEG-Förderung und überschüssiger Strom kann somit gegen Vergütung ins Stromnetz eingespeist werden. Bei den Kosten für einen Solarcarport mit Doppelstellplatz muss je nach Qualität und Ausführung mit rund 10.000 bis 20.000 € gerechnet werden.

## 7.2. Verbrauchsprofile und Solarstromnutzung

Für Solaranlagen, die bis 2009 installiert wurden, ist die Einspeisevergütung so hoch, dass sich der Eigenverbrauch nicht finanziell lohnt und aus wirtschaftlicher Sicht eine Volleinspeisung zu bevorzugen ist. Für ältere Anlagen, die nach dem Auslaufen der auf 20 Jahre befristeten EEG-Förderung weiterbetrieben werden sollen, sowie für nach 2009 und derzeit neu errichtete Photovoltaikanlagen zahlt es sich für den Betreiber jedoch aus, einen möglichst hohen Eigenverbrauch des selbst erzeugten Stroms anzustreben, da die vermiedenen Strombezugskosten deutlich über der EEG-Vergütung und den Stromgestehungskosten liegen. Dabei hat der Grad der Überschneidung zwischen dem Verbrauchsprofil eines Stromkunden und der Erzeugungskurve der Photovoltaikanlage einen entscheidenden Einfluss auf den Eigenverbrauchsanteil.



Während sich der Jahresverbrauch aus der Stromabrechnung entnehmen lässt, sagt dies noch nichts über das Lastprofil aus, also darüber, zu welchem Zeitpunkt und in welcher Intensität der Verbrauch stattfindet. Dieses individuelle Lastprofil lässt sich durch mehrwöchige Messungen vor Ort ermitteln, die Rückschlüsse auf das Jahreslastprofil erlauben. Soll auf aufwendige Messungen über einen längeren Zeitraum verzichtet werden, können auch Standardlastprofile vergleichbarer Nutzergruppen verwendet werden. Durch verschiedene Variablen wie die Unterscheidung zwischen Werktagen- und Wochenenden für Bürogebäude oder typischen Verbrauchszeiten bei Familien kann so eine gute Annäherung erzielt werden. Bei Unternehmen mit einer Stromabnahme von mehr als 100.000 kWh pro Jahr und einer Leistung von mindestens 30 kWp führen Stromversorger Lastgangmessungen durch und stellen dieses Profil auf Anfrage auch zur Verfügung. Neben der Frage nach dem zeitlichen Abgleich von Stromerzeugung und -verbrauch muss für die Einbindung von Elektrofahrzeugen auch der zusätzliche Stromverbrauch für elektromobile Anwendungen bei der Anlagenplanung berücksichtigt werden. So liegt der Strombedarf für einen Elektro-Pkw mit einer jährlichen Laufleistung von 15.000 km und einem Verbrauch von 15 kWh/100 km bei 2.250 kWh pro Jahr. Zusammen mit dem sonstigen Stromverbrauch einer vierköpfigen Familie, der bei rund 4.000 kWh jährlich liegt, würde damit zumindest bilanziell nahezu die gesamte Stromerzeugung einer Photovoltaikanlage mit 7 kW verbraucht. In der Praxis liegt die Überschneidung von Erzeugung und Verbrauch jedoch deutlich niedriger. Während bei Privathaushalten meist für den Eigenverbrauchsanteil ein Richtwert von rund 30 Prozent angenommen wird, kann die Überschneidung bei Unternehmen auch deutlich höher ausfallen. So findet zum Beispiel in Bürogebäuden der Stromverbrauch vor allem zu Zeiten statt, in denen auch die Photovoltaikanlage hohe Erträge bringt. Eine Möglichkeit, den Eigenverbrauchsanteil durch die zeitliche Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch zu steigern, bietet der Einsatz von stationären oder, wie im Fall von Elektrofahrzeugen, mobilen Batteriespeichern. Neben einem höheren Eigenverbrauch kann so abhängig von den Kosten für die Stromspeicherung auch die Wirtschaftlichkeit der Anlage gesteigert werden.

### 7.3. Photovoltaik im Betrieb mit stationären und mobilen Stromspeichern

Elektrofahrzeuge weisen die Besonderheit auf, dass sie sowohl Stromspeicher als auch Stromverbraucher sind. Damit können sie, ebenso wie in einer Photovoltaikanlage fest eingebundene stationäre Speicher, Stromerzeugung und Stromverbrauch zeitlich entkoppeln. Anders als stationäre Stromspeicher stehen Elektrofahrzeuge jedoch nur während der Standzeiten für das Laden zur Verfügung. Finden Ladevorgänge vor allem tagsüber statt, beispielsweise wenn Mitarbeiterfahrzeuge auf dem Firmengelände während der Büroarbeitszeit geladen werden oder am Wochenende im privaten Solarcarport stehen, findet eine solche Zwischenspeicherung zur späteren Nutzung statt und wirkt sich positiv auf den Eigenverbrauchsanteil aus.

# VII • Photovoltaikanlagen und Elektromobilität

Auf der anderen Seite fluktuiert die Stromerzeugung einer Photovoltaikanlage und es steht damit anders als beim Bezug von Ladestrom aus dem Stromnetz keine konstante Ladeleistung zur Verfügung. Grundsätzlich bestimmen dauerhaft die Anlagengröße sowie temporär der Stromverbrauch anderer Verbraucher und die Sonneneinstrahlung zum Zeitpunkt des Ladens die maximale Ladeleistung, die für das Elektrofahrzeug zur Verfügung steht. Dies wirkt sich dementsprechend auch auf die Ladezeiten aus. Eine Lösung kann hier die zusätzliche Einbindung eines stationären Speichers sein, der den tagsüber von der Solaranlage erzeugten Strom, beispielsweise bei einem Ladevorgang über Nacht, dem mobilen Speicher des Elektrofahrzeugs zur Verfügung stellt.

## Die Cloud als Stromspeicher

Für Besitzer von Solaranlagen besteht mittlerweile die Möglichkeit, sich den selbst erzeugten Strom auf einem virtuellen Speicher gutschreiben zu lassen und zu einem späteren Zeitpunkt selbst zu nutzen. Durch die Kooperation mit Ladesäulenbetreibern und ein entsprechendes Autorisierungsverfahren, kann so der eigene Solarstrom auch unterwegs genutzt werden, um das eigene Elektrofahrzeug aufzuladen. Dafür entstehen Kosten in Form einer monatlichen Pauschale, die ein festes Stromkontingent beinhaltet.

## Zusatznutzen und Features von Stromspeichern

Neben ihrer Kernaufgabe können bidirektional in den lokalen Stromkreis eingebundene Batteriespeicher zusätzlichen Nutzen liefern, wenn sie vom Hersteller dafür ausgelegt sind. Fällt das öffentliche Stromnetz aus, ermöglichen Batteriespeicher privaten Haushalten und Unternehmen eine unterbrechungsfreie Stromversorgung. Abhängig von der Kapazität des Speichers und dem Verbrauchsprofil vor Ort ermöglichen sie eine Notstromversorgung bis das Stromnetz wieder hergestellt ist und sichern so im Betrieb die wirtschaftliche Handlungssicherheit. Je nach Dauer der zu überbrückenden Versorgungslücke müssen dafür aber gegebenenfalls entsprechende Reservekapazitäten bereitgehalten werden, was zu höheren Investitionskosten führt als eine Auslegung der Speicherkapazitäten, die sich an der Eigenverbrauchsoptimierung ausrichtet. Zudem verfügen nicht alle Batteriespeicher über eine Notstromfähigkeit. Ist diese nicht gegeben, lassen sich bei einem Netzausfall weder Speicher noch Photovoltaikanlage betreiben, da beide mit dem öffentlichen Stromnetz synchronisiert werden.



## 7.4. Stromflüsse leiten und kontrollieren – Energiemanagement für Gebäude und Elektromobilitäts-Anwendungen

Energiemanagementsysteme steuern den Stromfluss zwischen Stromnetz, der eigenen Photovoltaikanlage, Stromspeichern und Stromverbrauchern. Sie regeln dabei sowohl den Zeitpunkt zu dem Strom fließt, aber auch Strommenge und Leistung. Ziel ist es, damit die Strombezugskosten zu reduzieren. So lassen sich mit Energiemanagementsystemen gezielt günstige Stromtarifzeiten für den Betrieb von zeitlich flexiblen Verbrauchern oder für das Laden von Elektrofahrzeugen nutzen. Ist eine Photovoltaikanlage vorhanden, kann das Energiemanagementsystem die Ladevorgänge auch in Abhängigkeit von der Stromerzeugung der Anlage durchführen und so den Eigenverbrauchsanteil steigern. Dabei berücksichtigen solche Systeme aber auch durch eine Priorisierung, zu welchem Zeitpunkt ein Fahrzeug wieder mit einer definierten Reichweite zur Verfügung stehen soll. Reicht der Strom aus der Photovoltaikanlage nicht aus, um dieses Ziel zu erreichen, wird automatisch Netzstrom mit der maximal verfügbaren Ladeleistung genutzt. Auch stationäre Stromspeicher lassen sich in das System mit einbinden und können so überschüssigen Strom aus der Solaranlage oder günstigen Strom aus dem Netz aufnehmen und zu einem späteren Zeitpunkt anderen Verbrauchern oder der mobilen Batterieeinheit im Elektrofahrzeug zur Verfügung stellen. Neben den Daten im Gebäudesystem können einige Systeme auch externe Daten wie Wetterprognosen verarbeiten und diese für die Planung der Energieflüsse berücksichtigen. Durch entsprechende Schnittstellen stehen die Daten der einzelnen Systemkomponenten nicht nur für die Steuerung der Verbraucher, Stromerzeuger und Speichereinheiten zur Verfügung, sondern können auch für Monitoringaufgaben genutzt werden. So lassen sich beispielsweise aktuelle Ladezustände der Fahrzeuge auslesen, die Funktionsfähigkeit des Wechselrichters prüfen und die aktuellen Erträge der Solaranlage einsehen. Die Gegenüberstellung der einzelnen Daten im zeitlichen Verlauf lässt zudem Rückschlüsse auf das Optimierungspotenzial des Gesamtsystems zu.

Eine zusätzliche Bedeutung bekommt das Energiemanagement für Betriebe mit hohem Stromverbrauch. Liegt dieser nämlich bei mehr als 100.000 kWh jährlich, zählen solche Unternehmen für die Energieversorger zu den Sondervertragskunden. Für diese sind die Netznutzungsentgelte für alle verbrauchten kWh von der absoluten Verbrauchsspitze eines Jahres abhängig. Durch den Einsatz von Energiemanagementsystemen kann der Strombezug von variablen Verbrauchern zeitlich so gesteuert werden, dass die Jahresleistungsspitze niedriger ausfällt. Dafür eignet sich auch die Steuerung der Ladevorgänge von Elektrofahrzeugen.

Sind in einem Fahrzeugpool mehrere Stromer vorhanden, können diese durch dynamisches Lastmanagement entweder zeitversetzt nacheinander oder aber mit aufgeteilter und begrenzter Leistung gleichzeitig geladen werden, um absolute Lastspitzen zu reduzieren.

# VII • Photovoltaikanlagen und Elektromobilität

## 7.5. Solaranlagen und Elektromobilität – Kosten, Nutzen und Ertrag im Vergleich

Ein Photovoltaiksystem besteht aus den Modulen, einem Montagesystem, der Verkabelung und einem Wechselrichter, der den Gleichstrom in Wechselstrom umwandelt. Optional lässt sich das System noch um einen stationären Batteriespeicher ergänzen, der ebenso wie der mobile Speicher eines Elektrofahrzeugs eine zeitliche Verlagerung des Stromverbrauchs und einen höheren Eigenverbrauch des erzeugten Stroms ermöglicht.

### 7.5.1. Investitions-, Stromgestehungs- und Stromspeicherkosten

#### Solaranlage

Um die Kosten für eine Solaranlage zu vergleichen, ist der Preis je installiertem Kilowatt Leistung die gängige Kenngröße. Noch vor wenigen Jahren war bei den Modul- und Systempreisen eine kontinuierliche Abwärtsbewegung zu beobachten. Mittlerweile hat sich das Preisniveau aber auf einem niedrigen Niveau weitestgehend stabilisiert. Typischerweise sinken die Kosten je installiertem Kilowatt mit zunehmender Anlagengröße. Während laut Erhebungen des Marktforschers EuPD Research als Richtwert für Kleinanlagen bis 3 kWp ein Systempreis von rund 1.700 €/kWp angenommen werden kann, sinken die zu erwartenden Investitionskosten für Anlagen zwischen 3 kWp und 10 kWp bereits auf rund 1.400 € je installiertem Kilowatt. Für größere Anlagen mit 10 kWp bis 100 kWp liegen die Investitionskosten für schlüsselfertige Anlagen bei rund 1.200 €/kWp. Alle Angaben stellen durchschnittliche Richtwerte dar, je nach Angebot und Qualität der im Angebot enthaltenen Komponenten können die Preise auch um rund 30 Prozent nach oben oder unten abweichen. Neben der Erstinvestition fallen auch beim Betrieb der Anlage weitere Kosten, beispielsweise für die Wartung oder Versicherung der Anlage an. Typischerweise betragen diese Kosten jährlich rund 1 Prozent der anfänglichen Investitionssumme.

Eine Orientierung zur Wirtschaftlichkeit der Photovoltaik bietet der Blick auf die Stromgestehungskosten bei dieser Technologie. Diese lassen sich ermitteln, in dem die Gesamtkosten für Anschaffung und Betrieb der Anlage auf die während der erwarteten Nutzungsdauer erzeugten Kilowattstunden umgelegt werden. Für zum gegenwärtigen Zeitpunkt errichtete Neuanlagen bedeutet dies, dass die Stromerzeugungskosten im Segment der kleineren Aufdachanlagen, wie sie für Privathäuser typisch sind, bei rund 10 bis 12 Ct/kWh und damit deutlich unter dem Bezugspreis von rund 29 Ct/kWh bei Haushaltsstrom liegen. Für Großanlagen, die von den Skaleneffekten profitieren, erreichen die Stromgestehungskosten bei einem Anlagenstandort in Deutschland mittlerweile Werte zwischen rund 5 bis 7 Ct/kWh.



Während in der Vergangenheit die Volleinspeisung des erzeugten Solarstroms gegen Zahlung einer fixen Einspeisevergütung die Regel war, ist in den letzten Jahren der Eigenverbrauch des erzeugten Stroms in den Fokus gerückt, der neben Systempreisen, Einspeisevergütung und Finanzierungsbedingungen maßgeblich die Rendite einer Solaranlage bestimmt. Die Ursache dafür ist, dass die Einspeisevergütung mittlerweile niedriger angesetzt ist als die Kosten, die beim Bezug von Strom aus dem öffentlichen Stromnetz anfallen und damit durch eine Steigerung des Eigenverbrauchs Strombezugskosten vermieden werden können. Je höher der Eigenverbrauchsanteil ausfällt, desto höher ist damit auch die Rendite einer Anlage. Um den natürlichen Eigenverbrauchsanteil zu steigern, bietet sich neben der teilautomatisierten Programmierung von Verbrauchern wie Waschmaschinen oder Trocknern in privaten Haushalten auch der Einsatz von Heimautomatisierungslösungen an, die Erzeugungs- und Verbrauchseinheiten miteinander vernetzen und unter Berücksichtigung der Nutzungsgewohnheiten der Bewohner so den Eigenverbrauchsanteil steigern können. Gleiches gilt auch im unternehmerischen Bereich, wo sich der Eigenverbrauchsanteil und damit auch die Rendite durch den Einsatz von Energiemanagementsystemen steigern lassen, welche die Energienachfrage und den Einsatz von Geräten und Maschinen in Abhängigkeit von den betrieblichen Anforderungen und der Erzeugungskurve der Solaranlage steuern. Weitere Möglichkeiten, den Eigenverbrauchsanteil zu erhöhen, bietet der Einsatz von Batteriespeichern. Dies kann sowohl in Form von stationären Speichern erfolgen, aber auch die Elektromobilität bietet durch die mobilen Speicher Chancen auf einen höheren Eigenverbrauch.

Für die Amortisation und die Rendite einer Anlage spielt damit die individuelle Situation des Anlagenbetreibers eine entscheidende Rolle, weshalb allgemeine Aussagen nur schwer zu treffen sind. Im Kapitel „Praxisbeispiele“ finden sich jedoch mehrere Beispiele für Privathaushalte und Unternehmen, welche die unterschiedlichen Konfigurationen mit verschiedenen Lastprofilen sowie die Einbindung von stationären Speichern oder Elektromobilität exemplarisch darstellen und damit zur Orientierung dienen. Es empfiehlt sich bei der Neuplanung einer Anlage bereits ein individuelles Lastprofil oder ein Standardlastprofil, das der eigenen Situation entspricht, zu berücksichtigen, um eine realistische Prognose zu den Renditeerwartungen mit verschiedenen Systemkonfigurationen, die beispielsweise auch die Einbindung von stationären und mobilen Speichern berücksichtigen, zu erhalten. In der Regel kann für kleinere und mittlere Aufdachanlagen mit einer Rendite von rund sechs bis sieben Prozent auf das eingesetzte Kapital gerechnet werden, wobei die Amortisationszeit derzeit zwischen rund 9 und 12 Jahren liegt. Als Lebensdauer der Anlage wird üblicherweise ein Zeitraum von 20 Jahren angenommen, da dies dem Zeitrahmen entspricht, in dem die EEG-Vergütung gezahlt wird. In der Praxis fällt die Lebensdauer jedoch oftmals höher aus, sodass sich die Rendite weiter zugunsten des Betreibers verschiebt.

# VII • Photovoltaikanlagen und Elektromobilität

## Stationäre Stromspeicher

Bei den stationären Solarstromspeichern werden mit einem Marktanteil von rund 98 Prozent mittlerweile fast ausnahmslos Lithium-Ionen-Batterien als Speichermedium genutzt. Die Gründe dafür, dass der Marktanteil für Blei-Batterien in den vergangenen Jahren stark zurückgegangen ist, sind in erster Linie sinkende Preise für Lithium-Batterien sowie ein im Vergleich geringerer Platzbedarf und eine längere Lebensdauer. Ähnlich wie bei den Photovoltaiksystemen bietet es sich auch bei den stationären Batteriespeichern an, zunächst die Investitionskosten auf die nutzbaren Kapazitäten in €/kWh umzulegen, um so Rückschlüsse auf die zu erwartenden Investitionskosten ziehen zu können.

Die Preise für Solarstromspeicher mit Lithium-Ionen-Batterien sind zwischen 2013 und 2017 um rund 45 Prozent gefallen. Laut dem aktuellen Speichermonitoring-Bericht beginnen die Preise für günstige Systeme bei rund 1.000 €/kWh nutzbarer Kapazität und liegen durchschnittlich bei rund 1.400 €/kWh [ISEA RWTH Aachen: 2017, S. 46-48].

Wie auch bei den Solarstromanlagen gilt auch für Batteriespeicher, dass die Kosten mit zunehmender Anlagengröße sinken, da beispielsweise fixe Kosten für das Batteriemanagementsystem auf eine höhere Anzahl an Kilowattstunden umgelegt werden.

Die auf dem Markt angebotenen Speicher unterscheiden sich nicht nur beim Preis, sondern auch in Bezug auf den Wirkungsgrad und hinsichtlich weiterer Variablen wie Lebensdauer (erwartete Vollzyklen), Entladetiefe und Nennkapazität. Um einen aussagekräftigen Vergleich zwischen den einzelnen Angeboten vornehmen zu können, sind nicht die anfänglichen Investitionskosten maßgeblich, sondern die Kosten, die für jede gespeicherte Kilowattstunde anfallen. Dieser Wert lässt sich leicht berechnen, indem die Summe aus Anschaffungs- und Betriebskosten durch den Wirkungsgrad, die vom Hersteller angegebene Vollzyklenzahl, die Entladetiefe und die Nennkapazität geteilt wird. Die günstigsten Batteriespeicher ermöglichen derzeit Speicherkosten von rund 10 Ct/kWh. Ein Vergleich der derzeit verfügbaren Solarstromspeicher zu aktuellen Marktpreisen zeigt jedoch, dass die Stromspeicherkosten je Kilowattstunde eine große Bandbreite aufweisen und deutlich höher ausfallen können. Wirtschaftlich sind Anschaffung und Betrieb eines Solarstromspeichers immer dann, wenn die Summe aus den Kosten je gespeicherter kWh für das Batteriesystem und den Stromgestehungskosten der Photovoltaikanlage niedriger ausfällt als der Strombezugspreis. Für Betreiber kleinerer Anlagen bedeutet dies beispielsweise bei Stromgestehungskosten von rund 10 bis 12 Ct/kWh, dass bei einem Haushaltsstrompreis von 29 Ct/kWh noch ein Puffer von 17 bis 19 Ct/kWh verbleibt, innerhalb dessen der Betrieb eines Stromspeichers wirtschaftlich darstellbar ist. Die Rendite für Stromspeicher hängt damit maßgeblich von der zukünftigen Entwicklung der Strombezugspreise ab. Zur Orientierung: Von 2010 bis 2017 lag der Anstieg der Strombezugspreise für Verbraucher im Schnitt bei 4,3 Prozent jährlich. Für Sondervertragskunden im Niederspannungsbereich fiel der jährliche Anstieg im gleichen Zeitraum mit rund 3,1 Prozent niedriger aus [Destatis: 2017, S. 44ff].

## 7.5.2. Elektromobilität und Photovoltaik im Privathaushalt

Das Anlagendesign und das Zusammenspiel von Stromerzeugung, Stromverbrauch und dem Speichern von Strom in stationären und mobilen Speichern können in der Praxis abhängig vom Standort und den Bedürfnissen der Nutzer vielfältige Formen annehmen. Um jedoch eine grundlegende Vorstellung von den Kosten, Stromflüssen und Ertragschancen zu erhalten, soll im Folgenden ein alltagstaugliches Praxisbeispiel entwickelt werden, wie es für private Haushalte typisch ist.

Eine vierköpfige Familie besitzt in Bonn ein Mehrfamilienhaus und hat sich 2017 als Zweitwagen ein Elektrofahrzeug angeschafft. Das Fahrzeug wird von einem Elternteil vor allem genutzt, um die tägliche Pendelstrecke zum Arbeitsort zurückzulegen, wo einer Halbtagsbeschäftigung nachgegangen wird. Nachmittags steht das Fahrzeug meist zuhause in der Garage, wo es bislang an einer Ladestation geladen wird, die an das Stromnetz angeschlossen ist. Aufgrund des Anstiegs der Strombezugspreise und des höheren Strombedarfs durch das Elektroauto entscheidet sich die Familie, auf der freien Dachfläche eine Solaranlage zu installieren, die 20 Jahre lang betrieben werden soll. Da die Familie vormittags immer außer Haus ist, soll die Anlage um einen stationären Speicher ergänzt werden, um den Eigenverbrauchsanteil zu erhöhen. Auch das Elektrofahrzeug wird in das System eingebunden und soll vor allem nachmittags den Solarstrom aufnehmen.

# VII • Photovoltaikanlagen und Elektromobilität

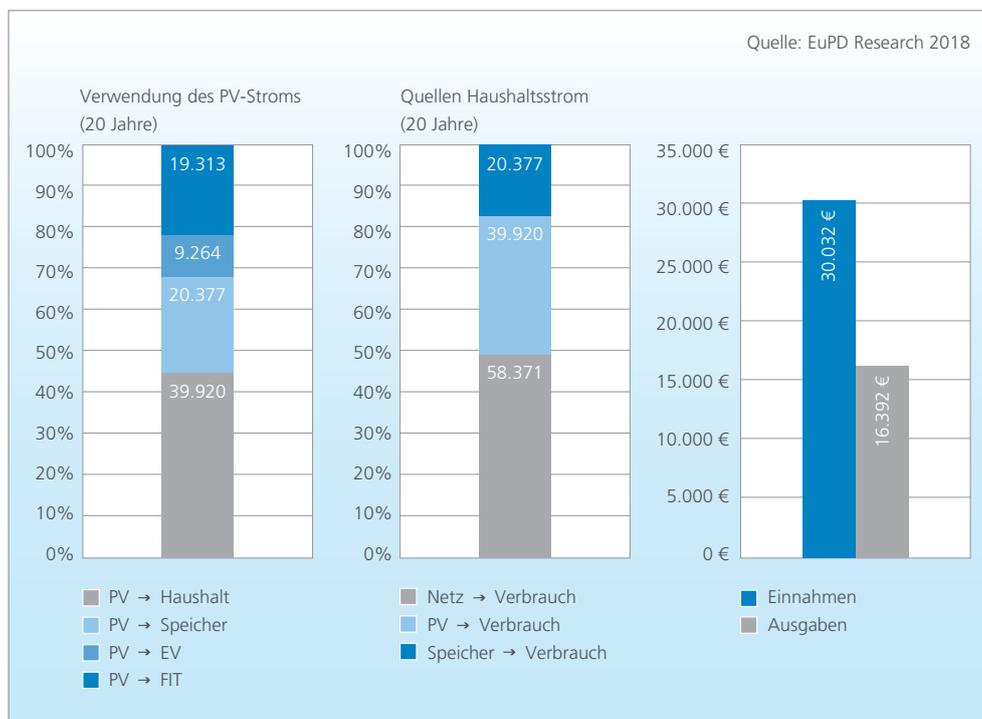
» Grafik 20: Beispiel Mehrfamilienhaus: Kenndaten von Haushalt, Photovoltaikanlage, Speicher und Elektrofahrzeug, Quelle: EuPD Research 2018

Haushalt	
Personen	4
Wohnort	Bonn
Jährlicher Strombedarf	4.500 kWh
Lastprofil	Bewohner vormittags unterwegs
Strombezugspreis (Brutto)	29,16 Ct/kWh
Strompreissteigerung	3 Prozent/Jahr
Photovoltaikanlage	
Anlagengröße	5,61 kWp
Ausrichtung der Anlage	Süd
Jährlicher Ertrag	4.500 kWh
Anlagendegradation	0,25 Prozent/Jahr
Einspeisevergütung	0,12 Ct/kWh
Stromspeicher	
Kapazität	3,9 kWh
Erwartete Lebensdauer der Batteriemodule	20 Jahre
Elektroauto	
Jährliche Laufleistung	15.000 km
Verbrauch	15,5 kWh/100 km
Jährlicher Verbrauch	2.325 kWh
Kapazität der Batterie	26,4 kWh
Ladeleistung am Ladepunkt	Maximal 11 kW

Insgesamt fallen für die Installation von Solaranlage und stationärem Speicher Kosten von 12.548 € an, die vollständig über einen Kredit finanziert werden. Dieser läuft über 10 Jahre, wobei die ersten beiden Jahre tilgungsfrei sind, und unterliegt einem Zinssatz von 2,5 Prozent. An zusätzlichen Wartungskosten rechnet die Familie mit einem Prozent der anfänglichen Investitionssumme jährlich.

Das Energiemanagementsystem ist so eingerichtet, dass der erzeugte Solarstrom immer zuerst direkt verbraucht wird. Liegt die momentane Nachfrage unter dem Stromangebot der Solaranlage, wird zunächst der stationäre Speicher geladen, dann erst das Elektrofahrzeug. Der stationäre Speicher stellt den zwischengespeicherten Strom ausschließlich den Verbrauchern im Haushalt für den Eigenverbrauch zur Verfügung und wird nicht genutzt, um das Elektrofahrzeug zu laden.

» Grafik 21: Strom- und Geldflüsse im Mehrfamilienhaus (über 20 Jahre)



Der linke Balken in Grafik 21 zeigt, dass bereits ohne einen Speicher rund 45 Prozent des erzeugten Solarstroms vor Ort verbraucht werden. Die Einbindung des stationären Speichers sorgt dafür, dass über den Zeitraum von 20 Jahren 20.377 kWh zusätzlich in den Eigenverbrauch fließen können. Bei dem zugrundegelegten Ladeprofil fließen im gleichen Zeitraum 9.264 kWh in den mobilen Speicher des Elektrofahrzeuges. Dies entspricht einer Fahrleistung von rund 3.000 km pro Jahr. Damit deckt die Photovoltaikanlage rund ein Fünftel der jährlichen Fahrleistung von 15.000 km ab. Dieser Anteil könnte deutlich höher ausfallen, wenn sich die Familie für die Installation einer größeren Photovoltaikanlage entschieden hätte oder den Ladevorgang des Elektroautos im Ladeprofil stärker priorisieren würde. Insgesamt fallen über 20 Jahre Ausgaben von rund 16.000 € für Solaranlage und Speicher an.

# VII • Photovoltaikanlagen und Elektromobilität

---

Demgegenüber stehen Einnahmen von rund 30.000 €, die sich aus der Vergütung für den eingespeisten Solarstrom und dem durch Eigenverbrauch vermiedenen Bezug von Haushaltsstrom ergeben. Für diese Anlagenkonfiguration bedeutet dies, dass sich die Anlage nach vier Jahren amortisiert hat und die Rendite 4,95 Prozent beträgt.

## 7.5.3. Elektromobilität und Photovoltaik in Unternehmen

Im zweiten Beispiel hat sich eine Bonner Bäckerei mit Backstube dazu entschlossen, Erfahrungen mit dem Einsatz von Elektromobilität im eigenen Fahrzeugpool zu sammeln und im Jahr 2017 einen elektrischen Mittelklasse-Pkw angeschafft. Aufgrund der guten Erfahrungen wurde kurz darauf ein zweiter identischer Stromer angeschafft. Anfang 2018 entscheidet sich der Betreiber, eine Solaranlage zu installieren mit der die Strombezugskosten verringert und gleichzeitig die beiden Stromer geladen werden sollen.



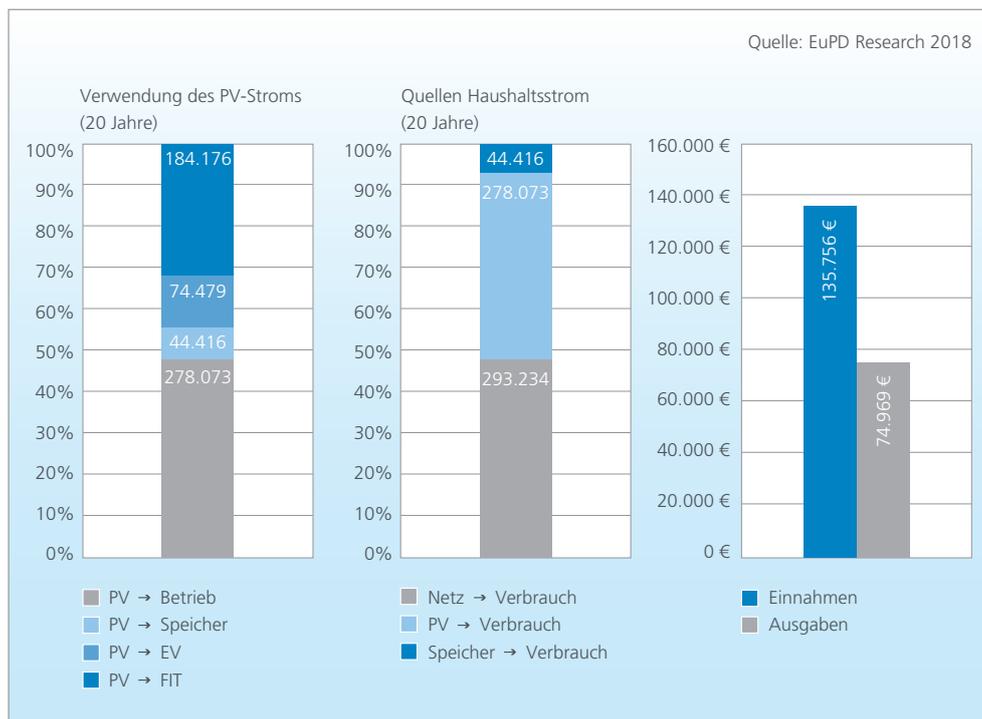
» Grafik 22: Beispiel Bäckerei: Kenndaten von Betrieb, Photovoltaikanlage, Speicher und Elektrofahrzeugen, Quelle: EuPD Research 2018

<b>Bäckerei mit Backstube</b>	
Standort	Bonn
Jährlicher Strombedarf	28.500 kWh
Strombezugspreis (Brutto)	20,95 Ct/kWh
Strompreissteigerung	3 Prozent/Jahr
Strombezugspreis (Brutto)	29,16 Ct/kWh
<b>Photovoltaikanlage</b>	
Anlagengröße	35,54 kWp
Ausrichtung der Anlage	Süd
Jährlicher Ertrag	28.500 kWh
Anlagendegradation	0,25 Prozent/Jahr
Einspeisevergütung	0,12 Ct/kWh
<b>Stromspeicher</b>	
Kapazität	7,8 kWh
Erwartete Lebensdauer der Batteriemodule	20 Jahre
<b>Elektroauto</b>	
Anzahl der Fahrzeuge	2
Jährliche Laufleistung	15.000 km je Fahrzeug
Verbrauch	11,93 kWh/100 km
Jährlicher Verbrauch	1.789,5 kWh je Fahrzeug
Kapazität der Batterie	35,8 kWh je Fahrzeug
Ladeleistung am Ladepunkt	Maximal 11 kW

Für Solaranlage und Speicher liegen die anfänglichen Investitionskosten bei 55.488 €, die ebenfalls vollständig über einen Kredit finanziert werden. Durch zusätzliche Wartungskosten von ein Prozent der anfänglichen Investitionssumme fallen so über den Nutzungszeitraum von 20 Jahren Ausgaben von 74.969 € an.

# VII • Photovoltaikanlagen und Elektromobilität

» Grafik 23: Strom- und Geldflüsse im Bäckereibetrieb (über 20 Jahre)



Demgegenüber stehen Einnahmen von 135.756 €, die durch die Vergütung des eingespeisten Stroms und vermiedene Strombezugskosten entstehen. Für die Beispielanlage ergeben sich dabei eine Amortisationszeit von 10 Jahren und eine Rendite für den Anlagenbetreiber von 5,11 Prozent. Da sich Anlagengröße und Lastprofil der Bäckerei deutlich von dem der Familie im ersten Beispiel unterscheiden, können von dem erzeugten Solarstrom über 20 Jahre 74.479 kWh für das Laden der beiden Stromer verwendet werden. Dies entspricht vollständig dem Strombedarf der beiden Fahrzeuge mit einer jährlichen Laufleistung von jeweils 15.000 km, so dass die Elektrofahrzeuge ausschließlich mit Strom aus der Solaranlage bewegt werden können. Der kombinierte Einsatz von stationärem Speicher und den beiden mobilen Speichern der Fahrzeuge sorgt dafür, dass fast 70 Prozent des erzeugten Stroms im Unternehmen direkt verbraucht wird.





# VIII. Finanzierung und Förderung



## VIII. Finanzierung und Förderung

### 8.1. Förderung der Elektromobilität

Bei der Elektromobilität kann zwischen einer Förderung von Fahrzeugen, Ladeinfrastruktur und Pilotprojekten unterschieden werden. Die einzelnen Förderprogramme richten sich an unterschiedliche Nutzerkreise wie Privatpersonen und Unternehmen und verfolgen den Ausbau der (öffentlich zugänglichen) Ladeinfrastruktur, die Steigerung des Anteils von Elektro-Kraftfahrzeugen auf den Straßen und die Gewinnung von Praxiserfahrung aus Leuchtturmprojekten.

#### 8.1.1. Förderung von reinen Elektro- und Hybrid-Fahrzeugen

Seit Mai 2016 wird die Neuwagen-Anschaffung eines Elektrofahrzeugs (reiner Stromer und Plug-in-Hybrid) im gesamten Bundesgebiet mit einer Prämie gefördert, wenn der Netto-Listenpreis des Basismodells einen Wert von 60.000 € nicht überschreitet. Die Prämie kann sowohl von Privatpersonen als auch von Unternehmen oder beispielsweise Vereinen online beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa) beantragt werden. Neben dem Antrag muss dabei auch ein Kauf- oder Leasingvertrag übermittelt werden. Für rein elektrische Fahrzeuge liegt die Prämie bei 4.000 €, Plug-in-Hybride erhalten einen pauschalen Zuschuss von 3.000 €. Das Programm soll im Juni 2019 auslaufen oder bereits früher, wenn der Topf von 1,2 Mrd. € aufgebraucht ist. Die bereitgestellten Mittel reichen für Zuschüsse für 300.000 bis 400.000 Fahrzeuge aus. Ergänzend zu dem Bundesprogramm, existiert eine Vielzahl von regionalen und kommunalen Förderprogrammen, die beispielsweise auch die Anschaffung von E-Bikes bezuschussen.

#### 8.1.2. Förderung von Ladepunkten

Schwerpunkt der Förderung für Ladestationen ist der Aufbau einer flächendeckenden Versorgung von öffentlich zugänglichen Normal- und Schnellladestationen. Ergänzend gibt es jedoch auch Förderprogramme, die den Aufbau von Ladepunkten im privaten Bereich oder bei Unternehmen unterstützen. Auf Bundesebene ist das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur neben der Förderung von Elektrofahrzeugen auch für die Förderung von öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur zuständig und stellt dafür bis 2020 ein Gesamtvolumen von 300 Mio. € zur Verfügung. Gefördert werden derzeit sowohl der Aufbau von öffentlich zugänglicher Normalladeinfrastruktur bis 22 kW sowie die Einrichtung von Schnellladepunkten mit mehr als 22 kW Ladeleistung. Die Förderung kann von allen natürlichen und juristischen Personen beantragt werden und erfolgt in Form von Ausschreibungen, bei denen die geringsten Förderkosten je kW Ladeleistung

# VIII • Finanzierung und Förderung

## Finanzierung und Förderung

das maßgebliche Kriterium für die Vergabe sind. Die Förderung erfolgt unregelmäßig in Form von Förderaufrufen und muss vor Installationsbeginn beantragt werden. Die Förderung erfolgt in Form eines Zuschusses zu den Gesamtausgaben, der prozentual und absolut gedeckelt ist.

Die prozentuale Höhe wird dabei für jeden Förderaufruf neu festgelegt. Neben den Anschaffungskosten für die Ladestation können somit auch Kosten für die Errichtung, den Anschluss ans Stromnetz sowie eventuell anfallende Kosten für die Netzertüchtigung Gegenstand der Förderung sein. Sind Ladepunkte nicht rund um die Uhr zugänglich, wird die Förderquote halbiert, liegt die Zugänglichkeit werktags unter 12 Stunden ist keine Förderung möglich.

Die letzte Antragsphase endete im Oktober 2017, ein Termin für die dritte Vergaberunde steht derzeit noch nicht fest.

» **Grafik 24: Übersicht über die aktuellen Förderkonditionen für die Einrichtung von öffentlich zugänglichen Ladestationen, Quelle: Bundesnetzagentur 2018**

Normalladepunkt ≤ 22 kW	Schnellladepunkt > 22 kW und < 100 kW	Schnellladepunkt ≥ 100 kW	Netzanschluss an Niederspannungsnetz	Netzanschluss ans Mittelspannungsnetz
Förderung bis maximal 60 Prozent der Gesamtkosten und bis höchstens 3.000 € je Ladepunkt	Förderung bis maximal 60 Prozent der Gesamtkosten und bis höchstens 12.000 € je Ladepunkt	Förderung bis maximal 60 Prozent der Gesamtkosten und bis höchstens 30.000 € je Ladepunkt	Förderung bis maximal 60 Prozent der Anschlusskosten und bis höchstens 5.000 €	Förderung bis maximal 60 Prozent der Anschlusskosten und bis höchstens 50.000 €

Voraussetzungen für den Erhalt der Förderung:

- Die Ladeinfrastruktur muss mindestens 6 Jahre betrieben werden
- Der Strommix für den Ladevorgang muss aus erneuerbaren Energien (zertifizierter Grünstrom-Liefervertrag als Nachweis) stammen oder vor Ort regenerativ erzeugt werden (z.B. Photovoltaikanlage).
- Ladeinfrastruktur muss über eine Online-Anbindung verfügen (Abrechnung, Belegungsstatus, Authentifizierung)

### KfW-Programm

Die KfW unterstützt im Rahmen ihres Umweltprogramms mit den Programmnummern 240 (große und mittlere Unternehmen) und 241 (kleine Unternehmen) die Errichtung von Ladestationen mit vergünstigten Krediten. Anträge können sowohl von Unternehmern als auch von Freiberuflern gestellt werden, auch in Kombination mit anderen Förderprogrammen. Das Kreditvolumen beträgt bis zu 10 Mio. € je Vorhaben zu variablen Laufzeiten bis zu 20 Jahren und kann bis zu 100 Prozent der Investitionskosten abdecken.

### Sonstige Förderung

Ergänzend zu den bundesweiten Förderangeboten haben mehrere Bundesländer, eine Vielzahl von Kommunen und auch verschiedene kommunale Energieversorger eigene Förderprogramme für die Installation von Ladepunkten eingeführt. Darunter befinden sich beispielsweise bei der Stadt München oder dem Land Nordrhein-Westfalen auch einige Angebote, welche die Anschaffung von privaten und nicht öffentlich zugänglichen Ladestationen finanziell unterstützen. Seit Januar 2018 wird auch vom Freistaat Sachsen die Anschaffung von Ladeinfrastruktur finanziell unterstützt, wenn diese mit einem Stromspeicher gekoppelt ist. Der Zuschuss liegt hier bei 400 € für AC-Ladepunkte und 1.500 € für DC-Ladepunkte.

## 8.2. Förderung für Photovoltaikanlagen

### 8.2.1. EEG-Förderung

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz regelt seit dem Jahr 2000 die Förderung von regenerativen Energien in Deutschland und bildet damit auch die Grundlage für die Erzeugung und Nutzung von Solarstrom im privaten und unternehmerischen Umfeld. Seit Einführung des EEG hat das Gesetz mehrere Novellierungen durchlaufen und wurde damit an die Marktentwicklung und politische Zielsetzungen angepasst. Wichtig für Betreiber ist, dass für alle Anlagen jeweils die Fassung des EEG maßgeblich ist, die zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme gültig ist beziehungsweise war. Dieser Bestandsschutz für Altanlagen schafft damit über 20 Jahre eine Planungs- und Rechtssicherheit für Betreiber.

#### Ausschreibungen, feste Vergütungssätze und Marktprämienmodell

Seit der EEG-Fassung vom Januar 2017 unterscheidet das EEG bei der Förderung zwischen Großanlagen mit einer Leistung von mehr als 750 kW, was einer benötigten Dachfläche von rund 7.000 m<sup>2</sup> entsprechen würde, und kleineren Anlagen. Für die Großanlagen wird die Vergütung über Ausschreibungsverfahren ermittelt, die jährlich ein Volumen von 600 MW abdecken. Dabei liegen die derzeitigen Zuschlagshöhen bei einer Vergütung von rund 6 Ct/kWh. Für Anlagen kleiner als 750 kW gelten auch weiterhin fixe Vergütungssätze, die abhängig vom Zubau in der Vergangenheit an die Marktentwicklung angepasst werden. Unterschieden wird hier seit 2016 zwischen dem Marktprämienmodell, das für Anlagen über 100 kW verpflichtend und für kleinere Anlagen freiwillig ist, und einem System fester Vergütungssätze für Anlagen bis 100 kW. Beim System fester Vergütungssätze erhalten Anlagenbetreiber über einen Zeitraum von 20 Jahren für jede eingespeiste Kilowattstunde die für die jeweilige Anlagenkategorie festgelegte Vergütung. Findet die Vermarktung über das Marktprämienmodell statt, wird der nicht selbst verbrauchte Strom in der Regel über die Strombörse oder einen Direktvermarkter verkauft und der Anlagenbetreiber erhält die dabei erzielten Erlöse. Zusätzlich steht dem Anlagenbetreiber für jede verkaufte Kilowattstunde eine

# VIII • Finanzierung und Förderung

## Finanzierung und Förderung

Marktprämie zu, die aus der EEG-Umlage finanziert wird. Diese ist schwankend und ergibt sich aus der Differenz zwischen erzielttem Strompreis und dem Vergütungssatz der festen Einspeisevergütung. Sie stellt damit sicher, dass die Gesamtvergütung mindestens den Sätzen nach der festen Einspeisevergütung entspricht. Zusätzlich erhalten die Anlagenbetreiber in diesem Fall weitere 0,4 Ct/kWh als Ausgleichszahlung für die zusätzlichen Kosten, die bei der Vermarktung anfallen. Abhängig von den Preisen, die für den verkauften Solarstrom erzielt werden, können die Erlöse beim Marktprämienmodell auch höher ausfallen als beim System der festen Einspeisevergütung.

» **Grafik 25: Vergütungssätze nach EEG bei fester Einspeisevergütung, Quelle: Bundesnetzagentur 2018**

	Anlagen auf Wohngebäuden, Lärmschutzwänden und sonstigen Gebäuden (nach § 48 Absatz 3 EEG)			Sonstige Anlagen
	Bis 10 kWp	Bis 40 kWp	Bis 100 kWp	Bis 100 kW
Inbetriebnahme im Januar 2018	12,20 Ct/kWh	11,87 Ct/kWh	10,61 Ct/kWh	8,44 Ct/kWh

» **Grafik 26: Vergütung nach Marktprämienmodell (Seit 01/2016 verpflichtend für Anlagen ab 100 kWp), Quelle: Bundesnetzagentur 2018**

	Anlagen auf Wohngebäuden, Lärmschutzwänden und sonstigen Gebäuden (nach § 48 Absatz 3 EEG)			Sonstige Anlagen
	Bis 10 kWp	Bis 40 kWp	Bis 750 kWp	Bis 750 kWp
Inbetriebnahme im Januar 2018	12,6 Ct/kWh	12,27 Ct/kWh	11,01 Ct/kWh	8,84 Ct/kWh

### Mieterstromzuschlag

Mit dem Mieterstromgesetz, das im Juli 2017 in Kraft getreten ist, sollen zukünftig auch Mieter von der Errichtung einer Photovoltaikanlage auf ihrem Wohngebäude profitieren und damit ein Anreiz für den Ausbau der Photovoltaik im urbanen Raum geschaffen werden. Überlassen Immobilienbesitzer den Solarstrom, der von einer auf dem Wohngebäude angebrachten Photovoltaikanlage erzeugt wird, ihren Mietern, so erhalten sie zusätzlich zum Strompreis, den die Mieter entrichten, vom Netzbetreiber einen Mieterstromzuschlag als Bonus. Die Höhe des Zuschlags wird dabei ermittelt, indem von den EEG-Fördersätzen ein fester Wert von 8,5 Ct abgezogen wird. Damit ist der Bonus variabel und passt sich an die Änderungen der EEG-Vergütungssätze an. Der Bonus kann für nach Einführung des Gesetzes neu installierte Anlagen bis 100 kWp in Anspruch genommen werden

und liegt derzeit, je nach Anlagengröße, zwischen 2,11 und 3,7 Ct/kWh. Außerdem muss für den gelieferten Direktstromanteil lediglich die volle EEG-Umlage entrichtet werden, weitere Abgaben, Netzentgelte oder Steuern fallen für den Anlagenbetreiber nicht an. Insgesamt können jährlich maximal Anlagen bis zu einer Gesamtleistung von 500 MW den Bonus nutzen. Dabei gelten weitere Bestimmungen, beispielsweise zur Strommessung und zum zulässigen Strompreis, der den Mietern in Rechnung gestellt werden darf. Unter die Förderung fällt neben dem Strom, der im Wohngebäude verbraucht wird, auch Strom, der in unmittelbarer räumlicher Nähe verbraucht wird. Somit darf der Photovoltaik-Mieterstrom beispielsweise auch genutzt werden, um in einer zum Wohngebäude gehörenden Garage ein Elektrofahrzeug zu laden. Für den überschüssigen Strom, der ins Netz eingespeist wird, erhält der Anlagenbetreiber den festen EEG-Vergütungssatz oder die Marktprämie.

### 8.2.2. Speicherförderung

Noch bis Ende 2018 werden stationäre Batteriespeicher über das KfW-Programm 275 gefördert, wenn der Antrag vor der Speicherinstallation gestellt und bewilligt wurde. Die Nachrüstung von Speichern wird bei Bestandsanlagen nur gefördert, wenn diese nach dem 1. Januar 2013 in Betrieb genommen wurden. Für Neu- und Bestandsanlagen gleichermaßen gilt, dass eine Förderung für den Batteriespeicher nur gewährt wird, wenn die Photovoltaikanlage eine Leistung von 30 kWp nicht überschreitet, der Hersteller des Speichers eine mindestens zehnjährige Zeitwertgarantie gibt und die Einspeiseleistung durch den Speicher auf höchstens 50 Prozent begrenzt wird. Die Förderung sieht einen zinsgünstigen Kredit vor, der bis zu 100 Prozent der Investitionskosten abdecken kann. Ein weiteres Element der Förderung bildet ein Tilgungszuschuss, der halbjährlich an die Kostenentwicklung der Batteriespeicher angepasst wird. In 2018 liegt dieser bei 10 Prozent der förderfähigen Kosten des Batteriespeichersystems. Die genaue Höhe der förderfähigen Kosten hängt von den Investitionskosten für den Speicher und der Größe der Photovoltaikanlage ab. Bei der Nachrüstung dient die Einzelrechnung für die Batterie als Nachweis der Kosten während bei der Anschaffung eines neuen Komplettsystems, das aus Photovoltaikanlage und Speicher besteht, der Kostenanteil des Speichers aus der Differenz zwischen den Gesamtinvestitionskosten und den Teilkosten für die Photovoltaikanlage berechnet wird. Maßgeblich sind hier jedoch nicht die tatsächlichen Kosten, sondern ein kalkulatorischer Wert je installiertem kWp, der von der KfW festgelegt wird. Dieser liegt auch in 2018 unverändert bei 1.600 €/kWp und damit, vor allem bei größeren Anlagen, unter den derzeit marktüblichen Preisen, wodurch der Preisanteil des Speichers künstlich klein gerechnet wird. Der in diesem Verfahren ermittelte Speicherkostenanteil wird anschließend durch die Leistung der Photovoltaikanlage geteilt. Der Tilgungszuschuss beträgt nun 10 Prozent des dabei ermittelten Wertes (€/kWp) bis zu einer Obergrenze von 2.000 €/kWp. Multipliziert mit der Leistung der Anlage in kWp erhält man den absoluten Tilgungszuschuss.



# IX. Steuerliche Behandlung



## IX. Steuerliche Behandlung

### 9.1. Photovoltaikanlagen

Der Betrieb von netzgekoppelten Solarstromanlagen gilt als gewerbliche Tätigkeit und muss damit auch dem Finanzamt gemeldet werden, wenn sie auf einem privaten Wohngebäude betrieben wird. Je nachdem ob der Betreiber eine Privatperson oder ein Unternehmen ist, werden die Erträge der Einkommens-, Umsatz- und Gewerbesteuer zugerechnet. Zu versteuern ist der Gewinn, der sich aus der Differenz zwischen Betriebseinnahmen, also der Vergütung für eingespeisten Strom und Eigenverbrauch, und Betriebsausgaben ergibt. Zu den Ausgaben zählen neben den anfänglichen Investitionskosten auch laufende Kosten wie Kreditzinsen bei einer Fremdfinanzierung der Anlage sowie Wartungs- und Versicherungskosten. Für Privatpersonen besteht die Möglichkeit, sich im Rahmen der im Umsatzsteuergesetz angelegten Kleinunternehmerregelung von der Umsatzsteuer befreien zu lassen, wenn der Umsatz mit der Photovoltaikanlage im Jahr der Inbetriebnahme 17.500 € und im Folgejahr den Betrag von 50.000 € nicht überschreitet. In den meisten Fällen sollte jedoch freiwillig die Regelbesteuerung gewählt werden, da der Betreiber dann die Umsatzsteuer, die auf die Erstinvestition und die Kosten für den laufenden Betrieb erhoben wird, als Vorsteuer erstattet bekommt. Für die Abschreibung der Anlage ist zu berücksichtigen, dass Photovoltaikanlagen als bewegliches Wirtschaftsgut mit einer Nutzungsdauer von 20 Jahren eingestuft sind. Wird die Solaranlage mit einem Batteriespeicher geplant oder ein solcher später nachgerüstet, gelten unterschiedliche Regelungen zur steuerlichen Behandlung, die im Detail vom Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Anlage und der zu diesem Zeitpunkt gültigen EEG-Fassung abhängen. Daher empfiehlt sich hier, den jeweiligen Einzelfall mit dem zuständigen Finanzamt oder einer Steuerberatung abzuklären.

### 9.2. Elektromobilität

#### Kfz-Steuer

Die Höhe der jährlich zu entrichtenden Kfz-Steuer hängt von der Hubraumgröße und der Schadstoffklasse ab. Je nach Fahrzeugtyp- und alter liegt sie in der Regel zwischen einem mittleren zwei- bis dreistelligen Eurobetrag. Für Elektrofahrzeuge, die zwischen 2011 und 2020 erstmalig zugelassen werden oder bereits wurden, sieht das Kraftfahrzeugsteuergesetz eine Steuerbefreiung über 10 Jahre vor.

# IX. Steuerliche Behandlung

## Steuerliche Behandlung

---

### Dienstwagenbesteuerung

Dürfen Dienstwagen auch privat genutzt werden, bedeutet dies für den Arbeitnehmer einen geldwerten Vorteil, der aufgrund der Ein-Prozent-Regel einer pauschalen Besteuerung unterliegt. Aufgrund der höheren Listenpreise, die Grundlage der Besteuerung sind, würden Fahrer von Elektrofahrzeugen damit benachteiligt. Seit 2013 darf jedoch der Bruttolistenpreis sowohl bei reinen Stromern als auch bei Hybrid-Fahrzeugen um die Kosten für die Batterieeinheit gekürzt werden. Grundlage ist dafür eine Pauschale von 250 € in 2018 je kWh der Batteriekapazität. Zusätzlich erfolgt eine Deckelung des maximalen Minderungsbetrags, der in 2018 bei 7.500 € liegt. Bis 2023 sinken die Pauschalen jährlich um 50 €, die Obergrenze um 500 €. Wird der privat genutzte Dienstwagen zu Hause auf eigene Kosten geladen, kann der Arbeitgeber die entstehenden Stromverbrauchskosten im Rahmen des Auslagenersatzes steuerfrei erstatten. Um den Aufwand für den Nachweis zu vermeiden, werden hier vom Bundesfinanzministerium auch Pauschalen anerkannt. Diese liegen bei monatlich 20 € für rein elektrische Dienstwagen und bei 10 € bei Hybrid-Dienstwagen, wenn beim Arbeitgeber eine zusätzliche Lademöglichkeit besteht und bei 50 € bzw. 25 €, wenn der Arbeitgeber keinen Ladepunkt anbietet.

### Lohnsteuervorteil

Wenn Arbeitgeber ihren Arbeitnehmern ermöglichen, ihre privaten Elektrofahrzeuge kostenlos oder zu vergünstigten Konditionen im Unternehmen zu laden, muss der geldwerte Vorteil seit 2017 und bis einschließlich 2020 nicht versteuert werden. Des Weiteren können Arbeitgeber auch die Einrichtung einer privaten Ladestation bezuschussen oder die Kosten für Anschaffung und Nutzung vollständig übernehmen. In diesem Fall wird die Lohnsteuer mit pauschal 25 Prozent angesetzt. Erfolgt die Überlassung leihweise, ist dieser Vorteil steuerbefreit, nicht jedoch der verbrauchte Ladestrom.





# X. Solare Mobilität. Heute und Morgen





## X. Solare Mobilität. Heute und Morgen

Der Boom bei den Elektrofahrrädern mit rund einer halben Million verkauften Exemplaren auf dem deutschen Markt allein im ersten Halbjahr 2017 macht deutlich, dass Elektromobilität funktioniert, wenn die Rahmenbedingungen stimmen. Mit einem von den Kunden akzeptierten Preisaufschlag auf ein klassisches Fahrrad erhält dieses einen Mehrwert, der die Nutzererwartungen und Bedürfnisse im Alltag erfüllt und für Freizeit und Pendlerstrecken eine attraktive Form der elektromobilen Nutzung darstellt. Der Umstieg ist einfach und setzt keine Investitionen in sowie Umrüstungen für Ladeinfrastruktur voraus und ermöglicht den Fahrern eine kräfteschonende Fortbewegung auch in hügeligem Terrain. Im Kraftfahrzeugbereich hingegen müssen sich Elektrofahrzeuge als Alternative zu den klassischen Verbrennern durchsetzen, die in den vergangenen 130 Jahren neben den Mobilitätsverfahren und -ansprüchen auch die verfügbare Infrastruktur wie ein flächendeckendes Tankstellennetz oder die Ausstattungsmerkmale von öffentlichen und privaten Stellplätzen geprägt haben. Zudem weist der Umstieg auf Elektromobilität ein klassisches Problem komplementärer Güter auf. So steigt der Nutzen eines Elektrofahrzeuges mit dem Angebot an flächendeckender und schneller Ladeinfrastruktur sowie der Verfügbarkeit von kostengünstigem und nachhaltig erzeugtem Strom, während im Gegenzug die Investition in Ladeinfrastruktur für deren Betreiber erst dann zu einem attraktiven Geschäftsmodell wird, wenn der Bestand an Elektrofahrzeugen eine ausreichend kritische Größe erreicht, um eine hohe Auslastung sicherzustellen. Die Förderung durch die öffentliche Hand für öffentlich zugängliche (und teilweise auch für private) Ladepunkte in Kombination mit den Kaufprämien für Stromer und Hybrid-Fahrzeuge scheint jedoch mittlerweile zu greifen. So verdichtet sich seit dem Zulassungstief in 2016 das Netz der Ladepunkte zunehmend, während gleichzeitig die Neuzulassungen bei Stromern und Hybrid-Fahrzeugen hohe Wachstumsraten aufweisen. Mit der steigenden Präsenz von Elektrofahrzeugen im Alltag steigt auch die Multiplikatorwirkung, wenn positive Nutzererlebnisse und glaubwürdige Erfahrungen im Dialog zwischen First-Movern und Mobilitätstraditionalisten geteilt werden. Um der Elektromobilität zum Siegeszug zu verhelfen, bedarf es aber weiterer Vereinfachungen, um Zugangsbarrieren und Hemmnisse zu reduzieren. Nach der erfolgreichen Standardisierung der Ladesteckertypen muss Gleiches zukünftig auch für Bezahlverfahren und bei der Genehmigung von Ladestationen erfolgen, wobei hier in erster Linie neue Regeln im Bereich der Wohneigentümergeinschaften und für das Verhältnis zwischen Mietern und Vermietern gefragt sind.

Mit einem wachsenden Anteil der Elektromobilität am Mobilitätsmix wird zukünftig auch der Strombedarf steigen und Lastspitzen werden lokal die Netze belasten. Angesichts dieser zu erwartenden Entwicklung und der Notwendigkeit, Elektrofahrzeuge nicht nur CO<sub>2</sub>-neutral zu fahren, sondern auch zu laden, kommt dem Energieangebot für elektromobile Anwendungen eine besondere Bedeutung zu. Lokale regenerative Stromerzeugung und gegebenenfalls die Zwischenspeicherung in stationären Batterieeinheiten bieten einen wirkungsvollen Lösungsansatz für diese Herausforderungen. Neben der Netzentlastung

# X.

## Solare Mobilität.

### Heute und Morgen

---

verschafft die Verwendung von Solarstrom für die Ladevorgänge den Nutzern den Zugang zu einer kostengünstigen und nachhaltigen Energieversorgung für die gesamte Bandbreite elektromobiler Anwendungen. Dass in Deutschland die Bereitschaft zur Energiewende besteht, zeigt der Bestand von derzeit rund 1,6 Mio. Photovoltaikanlagen und auch bei den stationären Speichern ist eine positive Entwicklung zu verzeichnen. Immerhin wurde 2016 jede zweite kleine Photovoltaikanlage bereits mit einem Batteriespeicher installiert, sodass im April 2017 bereits rund 61.000 dezentrale Stromspeicher ins Niederspannungsnetz eingebunden waren [ISEA RWTH Aachen: S. 10]. Gute Voraussetzungen dafür, dass die Elektromobilität sich in ihrer Bedeutung für die Energie- und Mobilitätswende schon bald vom Mosaikstein zur tragenden Säule entwickelt.







# XI. Verzeichnisse



BMF (Bundesministerium der Finanzen), „Dokument 2017/0799695 (Änderung des BMF-Schreiben vom 14. Dezember 2016 (BStBl I Seite 1446) zur Anwendung der einkommensteuerlichen und lohnsteuerlichen Vorschriften)“, Berlin, 10/2017.

BMF (Bundesministerium der Finanzen), „Lohnsteuerliche Behandlung der Überlassung von (Elektro-)Fahrrädern an Arbeitnehmer in Leasingfällen“, Berlin, 11/2017.

BMVI (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur), „Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland“, Berlin, 06/2017.

BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie), „Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile (Ladesäulenverordnung - LSV)“, Berlin, 05/2017.

Bundesgesetzblatt, „Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile (Ladesäulenverordnung – LSV), in Bundesgesetzblatt Jahrgang 2016 Teil I Nr. 12, Bonn, 03/2016.

Bundesgesetzblatt, „Gesetz zur steuerlichen Förderung von Elektromobilität im Straßenverkehr“, in Bundesgesetzblatt Jahrgang 2016 Teil I Nr. 53, Bonn, 11/2017.

Bundesgesetzblatt, „Erste Verordnung zur Änderung der Ladesäulenverordnung“, in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2017 Teil I Nr. 35, Bonn, 06/2017.

Bundesgesetzblatt, „Gesetz zur Förderung von Mietstrom und zur Änderung weiterer Vorschriften des Erneuerbare-Energien-Gesetzes“, in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2017 Teil I Nr. 49, Bonn, 07/2017.

Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk (Carmen e.V.), „Marktübersicht Batteriespeicher“, Straubing, 11/2017.

DESTATIS (Statistisches Bundesamt), „Preise. Daten zur Energiepreisentwicklung. Lange Reihen von Januar 2000 bis November 2017“, in: [www.destatis.de](http://www.destatis.de), 12/2017, Wiesbaden.

Fraunhofer ISI (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung), „Gesamt-Roadmap Energiespeicher für die Elektromobilität 2030“, Karlsruhe, 12/2015.

GED (Gesellschaft für Energiedienstleistung GmbH & Co. KG), „Elektromobilität – Ladeinfrastruktur in Wohngebäuden“, Berlin, 06/2017.

HA Hessen Agentur GmbH, „Einführung von Elektromobilität in Unternehmen“, Wiesbaden, 2017.

ISEA RWTH Aachen (Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe), „Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm Solarstromspeicher 2.0 Jahresbericht 2017“, Aachen, 2017.

KBA (Kraftfahrtbundesamt), „Korrigierte Endfassung 11. KBS-Bekanntmachung zur Fahrzeugsystematik“, Flensburg, 12/2014.

KBA (Kraftfahrtbundesamt), „Fahrzeugzulassungen (FZ). Bestand an Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen. 1. Januar 2017. FZ 13“, Flensburg, 01/2017.

KBA (Kraftfahrtbundesamt), „Fahrzeugzulassungen (FZ). Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen. Jahr 2016. FZ 14“, Flensburg, 05/2017b.

Lütkehus, Rainer, „EU: Einigung bei Gebäudeeffizienz-Richtlinie“, in: [www.energatemessenger.de](http://www.energatemessenger.de), Essen, 12/2017.

Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, „Freistaat Sachsen fördert Stromspeicher und Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge“, in: [www.smwa.sachsen.de](http://www.smwa.sachsen.de), Dresden, 12/2017.

# XI. Verzeichnisse

## Verzeichnisse

---

### Bildverzeichnis

Auswertung, Kalkulation und Statistiken © Stockfotos-MG / Fotolia.com, Links Buchhaltung- und Steuer © stockpics / Fotolia.com, Mitte Start-Button E-Mobility © psdesign1 / Fotolia.com, Rechts	Cover
Sonnenstrahlen durch Wolken © by-studio / Fotolia.com	S. 6
Rapeseed Field © nakedking / Fotolia.com	S. 8
e-bike, pedelec, women, fahrrad, mountainbike, berge © autofocus67 / Fotolia.com	S. 10
Hybrid Elektro Benzin fahrzeug © Firstsignal / Fotolia.com	S. 24
Electric car charging © bizoo_n / Fotolia.com	S. 26
Elektroauto in einer Garage mit privater Ladestation © pgottschalk / Fotolia.com	S. 36
Scenic E-Car at Electric Solar Charging Station Photovoltaics © Petair / Fotolia.com	S. 42
elektromobil © Picture-Factory / Fotolia.com	S. 52
skyscrapers © adimas / Fotolia.com	S. 68
Rechtskosten © p365.de / Fotolia.com	S. 74
Wegweiser zur Solartankstelle für Autos vor strahlender Sonne - Trafic sign to a solar station for cars in front of bright sun © Fotoschlick / Fotolia.com	S. 78





## XII. Anbieter entdecken



90



92



94



96



98



## XII. Anbieter entdecken

**RCT**  
power

100

 **SolarMax**<sup>®</sup>

102

 **SOLARWATT**<sup>®</sup>  
power to the people

104

  
**sonepar**  
deutschland

106

 **VARTA**

108



# Maximale Unabhängigkeit in Strom, Wärme und Mobilität



**E3/DC GmbH**  
Karlstraße 5 • 49074 Osnabrück • [www.e3dc.com](http://www.e3dc.com) • [info@e3dc.com](mailto:info@e3dc.com) • (+49) 541 760268 0



## E3/DC

Hauskraftwerke als Stromspeicher mit echter Notstromversorgung und 100% Energieunabhängigkeit.

---

Um eine maximale Versorgungsunabhängigkeit zu schaffen, müssen die Sektoren Strom, Wärme und Mobilität effektiv miteinander vernetzt werden. Dazu werden Systeme benötigt, die alle Energiequellen und Verbrauchseinheiten eines Haushaltes miteinander verbinden und so den Stromfluss effizient, mit möglichst wenig Verlust steuern. Das Osnabrücker Technologieunternehmen E3/DC GmbH entwickelt dazu dezentrale, qualitativ hochwertige Energiespeichersysteme zur Stromspeicherung und -verteilung und Wallboxen zum Laden von Elektrofahrzeugen.

### Unabhängig von steigenden Stromkosten.

Mit dem Stromspeicher von E3/DC, einem ganzheitlichen Steuerungssystem, wird der von der Photovoltaik-Anlage oder anderen Erzeugern (BHKW, Windkraft, etc.) erzeugte Strom für eine zeitversetzte Nutzung zwischengespeichert und der Verbrauch durch ein intelligentes Energiemanagement gesteuert.

Durch die integrierte Erzeugung, die modulare Speicherung und das effiziente Energiemanagement-System schafft E3/DC mit seinen „All In One“-Hauskraftwerken eine am Markt extrem hohe Flexibilität und Qualität für Ein- und Mehrfamilienhäuser sowie Gewerbebetriebe und Unternehmen. Die „All In One“-Generation vereint alle Betriebsarten (AC, DC oder Hybrid) und Funktionen (Notstrom, Inselnetz, Energie Farming) in nur zwei Gerätetypen. Bei der Quattroporte-Serie handelt es sich um ein modulares AC-Speichersystem, das sich sowohl für private als auch für gewerbliche Anwendungen eignet. Das System ist sowohl für Neuanlagen als auch für die Nachrüstung in Bestandsanlagen geeignet.

Als Erweiterung der Produktpalette wird eine Wallbox mit Typ-2-Ladetechnik für Elektroautos angeboten. Damit kann das Elektrofahrzeug direkt mit dem aus Solarenergie gewonnenen, kostenlosen Strom vom eigenen Dach fahren. Mit der selbst entwickelten TriLINK®-Technologie ermöglicht die E3/DC GmbH dem Kunden auch bei einem Stromausfall sein komplettes Haus mit eigenem echtem Netz dauerhaft zu versorgen. Auf das gesamte Stromspeicherportfolio gibt E3/DC eine Systemgarantie von 10 Jahren und liefert kostenlosen Service.

### E3/DC hat mit Abstand die zufriedensten Kunden.

E3/DC gehört laut einer bundesweiten Befragung durch EuPD Research zu den beliebtesten Marken unter den Energiespeicherherstellern, erhielt Bestnoten in der Kategorie „Zufriedenheit“ und belegt die Topposition bei der „Weiterempfehlungsbereitschaft“. Mit einem Netzwerk von über 1.000 zertifizierten Installateuren in regionaler Kundenbindung erreichte E3/DC in 2017 zum zweiten Mal in Folge die Note 1,6 bei Privatkunden in einer von EuPD Research unabhängig durchgeführten Kundenzufriedenheitsstudie. E3/DC zählt zu den TOP Marken im Bereich Stromspeicher in Deutschland.

Weitere Informationen: [www.e3dc.com](http://www.e3dc.com)



electrical energy storage

Europas größte Fachmesse für  
Batterien und Energiespeichersysteme  
MESSE MÜNCHEN

20–22  
JUNI  
2018

[www.ees-europe.com](http://www.ees-europe.com)



- 450+ Aussteller und 50.000+ Fachbesucher aus 165 Ländern
- Marktreife und innovative Lösungen für Batterien und Energiespeichersysteme: hier finden Sie die entscheidenden Geschäftskontakte!
- Von der Erzeugung und Speicherung bis zum intelligenten Verbrauch –  
The smarter E bündelt vier internationale Energiefachmessen unter einem Dach

Part of  
**THEsmarter**   
| EUROPE



# ELECTRICAL ENERGY STORAGE – EES

ees Europe in München: innovative und marktreife Speicherlösungen für die erneuerbare Energiewirtschaft

---

Die ees Europe ist die größte, besucherstärkste und internationalste Fachmesse für Batterien und Energiespeichersysteme in Europa und verbindet als Branchenplattform Hersteller, Händler, Anwender und Zulieferer von Speicherlösungen für elektrische Energie. Sie findet jährlich in München statt.

Mit der ees North America in San Francisco, der ees South America in Sao Paulo und der ees India in Mumbai ist die weltweite Messeserie auf insgesamt vier Kontinenten vertreten. Die ees Messen werden in München als Teil der Veranstaltungsserie The smarter E Europe und international gemeinsam mit der Intersolar, der führenden Messeserie für die Solarwirtschaft, durchgeführt. Die ees Messen und Konferenzen widmen sich Speicherlösungen für erneuerbare Energien, von Anwendungen in Haushalt und Gewerbe bis hin zu netzstabilisierenden Großspeichern. Darüber hinaus stehen Produkte und Lösungen für die Bereiche Smart Renewable Energy, Energiemanagement und die unterbrechungsfreie Stromversorgung im Fokus. Zur ees Europe 2018 werden 450+ Aussteller (inklusive Energiespeicher-Anbieter der The smarter E Europe) und mehr als 50.000 Besucher aus 160 Ländern erwartet. Die ees Europe findet vom 20. bis 22. Juni 2018 auf der Messe München statt. [www.ees-europe.de](http://www.ees-europe.de)  
Parallel stattfindende Messen: Power2Drive Europe, Intersolar Europe, EM-Power, Automatica

## Speichermärkte, Technik-Innovationen und Geschäftsmodelle auf der ees Europe Conference 2018

Stationäre Energiespeicher werden zunehmend auf allen Ebenen der Stromversorgung, vom Übertragungsnetz bis zur direkten Kopplung mit PV- und Windparks, eingesetzt. Orientierung zu Märkten, Best Practice und Geschäftsmodellen für Stationärspeicher stehen daher im Mittelpunkt der ees Europe Conference.

Außerdem nimmt die Elektromobilität international an Fahrt auf. Damit sind nicht nur Autos gemeint. In allen Verkehrssektoren spielt Elektromobilität eine zunehmend größere Rolle – vom ÖPNV und SPNV bis hin zur Schifffahrt und Luftfahrt. Die Session „Electrifying the Non-automotive Transport Sector“ greift diese spannende Entwicklung auf.

Mit dem wachsenden Bedarf an stationären sowie mobilen Speichern wachsen auch die Produktionskapazitäten für Batterien stetig weiter. Weltweit kommen immer neue Produktionsstätten hinzu. Umso wichtiger werden effiziente Produktionsverfahren, die die Produktionskosten bei steigenden Mengen senken und gleichzeitig die Qualitätsstandards wahren. Diesen Economy of Scale Effekten widmen sich mehrere Sessions auf der ees Europe Conference 2018, die z.B. Materialfragen, Batteriezell- und Modulaufbau sowie periphere Komponenten zur Systemintegration thematisieren.

Hier finden Sie eine Übersicht über die Sessions der ees Europe Conference 2018:  
[www.ees-europe.de](http://www.ees-europe.de)

---

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging



WARMWASSER AUS SOLARSTROM  
mit jedem Wechselrichter:  
[www.fronius.de/ohmpilot](http://www.fronius.de/ohmpilot)



## OPTIMIERTE WÄRMEGEWINNUNG AUS SOLARSTROM IST MÖGLICH MIT DEM FRONIUS OHMPILOT DEN EIGENVERBRAUCH MAXIMIEREN



[www.24stunden Sonne.com](http://www.24stunden Sonne.com)

/ Der Fronius Ohmpilot ist die effiziente Lösung zur Nutzung von Solarenergie für die Wärmeerzeugung, zum Beispiel um Heizstäbe zur Warmwasserbereitung in Boilern anzusteuern. Diese intelligente, stufenlose Regelung von Wärmequellen ermöglicht es den Eigenverbrauch zu optimieren.

Erfahren Sie mehr unter [www.fronius.de/ohmpilot](http://www.fronius.de/ohmpilot) oder direkt bei einem Fronius Partner:  
[www.fronius-installateur.de](http://www.fronius-installateur.de)



# FRONIUS DEUTSCHLAND GMBH

Die vollständige solare Eigenversorgung ist nicht mehr nur eine Vision

---

Trotz sinkender Einspeisevergütung lohnt sich eine auf Eigenverbrauch ausgelegte Photovoltaik-Anlage heute umso mehr. Um sich von stetig steigenden Stromkosten unabhängig zu machen, muss der Haushalt bestmöglich mit selbst erzeugtem Solarstrom versorgt werden. Der Solarstrom wird heute nicht mehr nur direkt von Haushaltsgeräten verbraucht, sondern wird für eine zeitversetzte Nutzung zwischengespeichert, zur Erzeugung von Wärme und auch zur Ladung des E-Autos genutzt.

Fronius bietet mit dem Fronius Energy Package die Stromspeicherlösung für 24 Stunden Sonne. Überschüssiger Strom wird in der Fronius Solar Battery zwischengespeichert und steht somit am Abend für die Versorgung im Haushalt zur Verfügung. Fronius bietet die sicherste Speichertechnologie. Dank Lithium-Eisenphosphat Technologie überzeugt die Fronius Solar Battery mit maximaler Effizienz und Lebensdauer. Die gleichstromseitig gekoppelte Batterie weist einen höheren Wirkungsgrad auf als wechselstromseitig gekoppelte Lösungen. Die Speichergröße ist individuell wählbar (3,6 bis 9,6 kWh) und kann je nach Verbrauchsverhalten passend dimensioniert, aber auch im Nachhinein noch erweitert werden. Der Speicherort ist flexibel wählbar, insbesondere müssen der Wechselrichter und die Batterie nicht im gleichen Anlagenraum installiert sein. Die Fronius Speicherlösung kann auch in bereits bestehende Anlagen integriert werden. Erfahren Sie mehr oder holen Sie sich direkt ein Angebot auf [www.fronius-sonnenstromspeicher.com](http://www.fronius-sonnenstromspeicher.com)

## Stromüberschüsse intelligent nutzen ohne hohe Investitionskosten

Die Verwendung zur Warmwasserbereitung ist eine weitere Möglichkeit den Eigenverbrauch von selbst erzeugtem Solarstrom zu maximieren. Unter dem Motto: „Lieber ins eigene Bad einspeisen als ins Netz“, wurde der Fronius Ohmpilot entwickelt – ein Verbrauchsregler mit dem überschüssiger Solarstrom zur intelligenten Ansteuerung von Heizstäben in Boilern und Pufferspeichern genutzt werden kann. Der Strom aus der Photovoltaik-Anlage wird so gezielt und ohne Verluste für die Warmwasserbereitung verwendet.

Dank der stufenlosen Regelung von null bis neun Kilowatt kann der gesamte überschüssige Solarstrom effizient genutzt werden. Für ein Einfamilienhaus mit durchschnittlichem Warmwasserverbrauch heißt das, dass von April bis Oktober der überwiegende Teil des Warmwassers mit Solarenergie aufgeheizt werden kann. Die Heizungsanlage wird in den Sommermonaten geschont, Wartungsaufwand und Heizkosten werden eingespart. Auch die Lebensdauer der Heizungsanlage kann dadurch verlängert werden. Weitere Anwendungsgebiete für den Fronius Ohmpilot sind beispielsweise Infrarotheizungen oder Handtuchtrockner. Die Lösung ist einfach zu installieren und auch in bestehende Anlagen einfach nachrüstbar.

Erfahren Sie mehr auf [www.fronius.de/ohmpilot](http://www.fronius.de/ohmpilot) oder lassen Sie sich von einem Fachmann in Ihrer Nähe beraten: [www.fronius-installateur.de](http://www.fronius-installateur.de)



# INTERNATIONAL BATTERY & ENERGY STORAGE ALLIANCE

EVENTS | COMMUNICATION | MARKET INTELLIGENCE



## YOUR GLOBAL PLATFORM

- ... to maximize communication bandwidth!
- ... to expand regional networks and brand presence!
- ... to boost business potential and sales!

7 YEARS  
 14 COUNTRIES  
 30 LOCATIONS  
 150 EVENTS  
 15,000 DELEGATES

10,000 QUALIFIED CONTACTS IN EUROPE  
 4,500 QUALIFIED CONTACTS IN AMERICAS  
 2,700 QUALIFIED CONTACTS IN NEW MARKETS

**IBESA** | BATTERY & ENERGY STORAGE  
 International Alliance

welcome@ibesalliance.org | www.ibesalliance.org

# IBESA

EVENTS | COMMUNICATION | MARKET INTELLIGENCE.

---

Die International Battery and Energy Storage Alliance (IBESA) ist eine führende, global agierende Geschäftsplattform, die einen praxisorientierten Wissensaustausch innerhalb der Batterie- und Energiespeicherbranche ermöglicht.

Erstes Ziel der IBESA und ihrer Partner ist die Stärkung und Entwicklung globaler Märkte für elektrische Energiespeicher sowie die weltweite Förderung und Vernetzung von Fachleuten der Branche. Dabei stützt sich die Vision der IBESA auf Kooperation und gegenseitige Unterstützung, um proaktive Lösungen und gemeinsame Ziele der Photovoltaik-, Batteriespeicher- und Smart-Grid-Industrie zu erreichen. Die Zielgruppe umfasst Fachleute, die Solar-, Batterie- und Energie-Services anbieten oder fördern und die von dem Zugang zu professionellen Ressourcen und Netzwerken profitieren und durch Zusammenarbeit eine nachhaltige Marktentwicklung sicherstellen möchten.

Der Einfluss der IBESA fußt auf einem starken Netzwerk gleichgesinnter Partner aus Geschäftsbereichen entlang der gesamten Wertschöpfungskette elektrischer Energiespeicher.

Durch profunde Kenntnis der globalen Märkte erschließt sich IBESA potentielle Zukunftsmärkte und positioniert die Marken ihrer Partner zur rechten Zeit am rechten Ort. Alle Partner des IBESA-Netzwerks profitieren von den Erkenntnissen qualitativ hochwertiger Marktforschung sowie maßgeschneiderten Marketing- und Kommunikationskonzepten. Mit innovativen Veranstaltungsformaten und inhaltsstarken Konferenzen hat sich die IBESA unter anderem auf führenden Fachmessen weltweit einen Namen gemacht.

Werden Sie Teil einer globalen Plattform für nachhaltiges und profitables Wachstum der Photovoltaik-, Batteriespeicher- und Smart-Grid-Industrie und treten Sie in direkten Kontakt mit den wichtigsten Stimmen des Marktes.

Mit einer Partnerschaft in der IBESA behalten Sie relevante Tendenzen und Entwicklungen immer im Auge und verstärken das internationale Standing Ihres Unternehmens. Zusätzlich sichern Sie sich ganzjährige, umfassende Unterstützung bei der Positionierung Ihrer Marke auf dem Weltmarkt und profitieren vom Austausch mit über 10.000 qualifizierten Kontakten sowie vergünstigtem Zugang zu Partnerveranstaltungen.

IBESA ist in derzeit 14 Ländern auf allen Kontinenten aktiv und plant für das Jahr 2018 unter anderem in der MENA-Region als nächstem aussichtsreichem Zukunftsmarkt zahlreiche Veranstaltungen.

# POWER DRIVE | EUROPE

Internationale Fachmesse für  
Ladeinfrastruktur und Elektromobilität  
MESSE MÜNCHEN

20–22  
JUNI  
2018

[www.PowerToDrive.de](http://www.PowerToDrive.de)



- Erhalten Sie aktuelle Informationen über die Entwicklung der Elektromobilität und innovative Ladetechnologien
- Erleben Sie eine internationale, dynamische Branchenplattform für namhafte Zulieferer, Hersteller und Händler von Antriebsbatterien, Ladeinfrastruktur und Clean Transportation im erneuerbaren Energiesystem der Zukunft
- 50.000 Energiefachleute aus 165 Ländern und 1.200 Aussteller auf vier parallelen Fachmessen – Seien auch Sie Teil der The smarter E Europe!

Part of  
**THEsmarter**  
| EUROPE 

# POWER2DRIVE EUROPE

Power2Drive Europe: Elektromobilität trifft Energiewirtschaft

---

Die Power2Drive Europe ist als neue Fachmesse für Ladeinfrastruktur und Elektromobilität die ideale Plattform für Hersteller, Lieferanten, Händler und Start-ups der Branche, die ihre neuen Entwicklungen und Geschäftsmodelle präsentieren.

Die Elektromobilität ist die entscheidende Schnittstelle zwischen Energiebranche und Automobilindustrie und bildet damit einen wichtigen Eckpfeiler der Energiewende. Die Power2Drive Europe fokussiert sich deshalb auf Infrastrukturlösungen sowie Antriebsbatterien und -technologien für Elektrofahrzeuge und betont die Chancen und die Notwendigkeit der Energiewende im Verkehrssektor. Durch die Verbindung der Themen Energie und Verkehr bietet die Power2Drive Europe für alle Akteure der Branche die Plattform für eine umweltfreundliche Mobilität der Zukunft.

Zunehmend leistungsfähige Lithium-Ionen-Akkus sorgen dafür, dass Elektroautos als mobile Speicherressource im erneuerbaren Energiesystem dienen und damit einen Beitrag zur Netzstabilität leisten können. Optimal ergänzt wird das Programm der Power2Drive Europe daher durch die Parallelveranstaltung ees Europe, Europas größter Fachmesse für Batterien und Energiespeichersysteme, die ihren Schwerpunkt auf stationäre Energiespeicherlösungen und -technologien legt. Neben der Power2Drive Europe und ees Europe finden unter dem Dach „The smarter E Europe“ außerdem die Intersolar Europe, die weltweite Leitmesse für die Solarwirtschaft und ihre Partner, sowie 2018 erstmals die EM-Power, die neue Fachmesse für intelligente Energienutzung in Industrie und Gebäuden, statt. Veranstalter aller vier Messen sind die Freiburg Wirtschaft Touristik und Messe GmbH & Co. KG (FWTM) und die Solar Promotion GmbH. Die Messe München GmbH ist Mitveranstalter der EM-Power.

Die Power2Drive Europe findet vom 20. bis 22. Juni 2018 auf der Messe München statt.  
[www.PowerToDrive.de](http://www.PowerToDrive.de)

Parallel stattfindende Messen: ees Europe, Intersolar Europe, EM-Power, Automatica

Die Zahl der Elektrofahrzeuge steigt: Der weltweite Bestand an Elektroautos hat Ende 2017 die Drei-Millionen-Marke überschritten. Bis 2030 sollen bis zu 50 Millionen Autos auf den Straßen unterwegs sein – so die Einschätzung der International Renewable Energy Agency (IRENA). Allein im letzten Halbjahr wurden in Europa rund 450.000 Elektroautos und Plug-in-Hybride verkauft. Im Vergleich zum Vorjahr ist die Nachfrage somit um 47 Prozent gestiegen. Auch in Deutschland bleibt der Markt dynamisch: Laut dem Kraftfahrtbundesamt ist im Zeitraum von Januar bis Dezember 2017 die Anzahl der Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen gegenüber dem Vorjahr um 120 Prozent gewachsen, bei Plug-in-Hybriden waren es 114 Prozent. Weitere Informationen: [www.PowerToDrive.de](http://www.PowerToDrive.de)

“Papa sagt,  
Staubsaugen  
kostet jetzt  
nichts mehr.”  
Felix, 8 Jahre

Dahinter steckt ein cleveres  
Speichersystem. RCT Power.



## INTELLIGENTE SPEICHERLÖSUNGEN AUS EINER HAND

**RCT**  
power

Mit einer Speicherlösung von RCT Power nutzen Sie die Sonnenenergie und machen Ihr Eigenheim energieunabhängiger. Das intelligente Speichersystem optimiert den Eigenverbrauch und sorgt dafür, dass so viel Solarstrom wie möglich in Ihrem Haushalt bleibt. Je höher Ihre Autarkie ist, desto niedriger fällt Ihre Stromrechnung aus.

Deutsche Hochvolttechnologie und nachhaltige Verarbeitung schaffen ein vollkommen neues Gefühl von solarer Unabhängigkeit. Modulare Batterie und Wechselrichter vom gleichen Hersteller bilden ein unschlagbares Team. Perfekt aufeinander abgestimmt, macht ihnen in Bezug auf Effizienz und Wirkungsgrad keiner was vor. Optimaler Service für alle Systemkomponenten inklusive.



Mehr erfahren: [www.rct-power.com](http://www.rct-power.com)  
oder [info@rct-power.com](mailto:info@rct-power.com)

Hochvolttechnologie  
vom Bodensee



# RCT POWER

## SPEICHERSYSTEME NEU DURCHDACHT

---

Die neu durchdachten Speichersysteme von RCT Power ermöglichen es Ihnen, Sonnenenergie intelligent zu nutzen und Ihr Eigenheim energieunabhängiger zu machen. Die RCT Power GmbH aus Konstanz ist einer der wenigen Hersteller, der komplette Batteriesysteme und Wechselrichter selbst entwickelt und diese optimal aufeinander abstimmt. Sie erhalten ein System aus einer Hand und gleichzeitig optimalen Service für alle Systemkomponenten. Deutsche Hochvolttechnologie und nachhaltige Verarbeitung schaffen dabei ein vollkommen neues Gefühl von solarer Unabhängigkeit.

Die RCT Power Battery und der RCT Power Storage Wechselrichter ergeben eine maßgeschneiderte Photovoltaik Speicherlösung für Wohngebäude und gewerbliche Anlagen. Batterie und Wechselrichter wurden für einander konzipiert und bieten maximale Flexibilität und höchste Energieversorgung. Insbesondere in Bezug auf Effizienz und Wirkungsgrad macht ihnen keiner etwas vor. Der Batteriewechselrichter verteilt den Solarstrom intelligent, schont die Batterie und optimiert die Erträge. Programmierbare Schaltausgänge sorgen dafür, dass Überschussstrom nicht dem Netz, sondern zielgerichtet Ihrer Wärmepumpe, Ihrem Elektroauto oder anderen Anwendungen zugeführt wird. Ein effizienter Kühlkörper garantiert geräuschlose und wartungsfreie Kühlung.

Mit der leistungsfähigen RCT Power App steuern Sie das gesamte Speichersystem und haben Ihre Energiewende fest im Griff. Diverse Konfigurationsmöglichkeiten und One-Click Updates machen die App zu einem flexiblen Werkzeug. Sie erleichtert die Installation, Wartung und Überwachung der Eigenverbrauchsanlage.

### Modulare und nachrüstbare Speichersysteme

Das modulare System ist nachrüstbar und passt sich Ihren Anforderungen an. Der Batteriespeicher ist besonders platzsparend und einfach zu installieren. Die „Fits all“ Technologie erlaubt es zudem, alle Solarmodultypen mit dem Speichersystem zu kombinieren.

### Datenschutz und Ihre Sicherheit sind uns wichtig

Datenschutz ist ein ernstzunehmendes Thema – auch bei Solarspeichersystemen. Uns ist die Sicherheit Ihrer Daten wichtig. Das gemeinsam mit dem ISE Freiburg entwickelte prognosebasierte Lademanagement benötigt keinen Internetanschluss. Der Zugriff bleibt in Ihrer Hand und Ihre Daten bleiben sicher.

### Batterietechnologie made in Germany

Die Batterietechnologie aus Deutschland überzeugt durch Sicherheit und Langlebigkeit. Der Energiespeicher für Solarstrom besteht aus Lithium Eisenphosphat Zellen, einer deutschen Verbindungstechnologie und einem sehr hochwertigen deutschen Batteriemangement System. Lithium-Eisenphosphat Batteriezellen zählen zu den sichersten Lithium-Ionen Batterien.



## Wechselrichter und Speichersysteme für Photovoltaikanlagen

Made in Germany



- Wechselrichter
- Speichersysteme
- Energiemanagement
- Datenkommunikation
- Anlagenüberwachung
- RePowering
- Services

[www.solarmax.com](http://www.solarmax.com)

# SOLARMAX

## SolarMax liefert MaxStorage TP-S Das Speichersystem vom Wechselrichterprofi

---

### Über 25 Jahre Erfahrung

Mit mehr als 25 Jahren Erfahrung entwickelt, produziert und vertreibt die SolarMax-Gruppe String- und Zentralwechselrichter für netzgekoppelte Solarstromanlagen, Datenkommunikationslösungen sowie Zubehör zur Überwachung, Planung und Steuerung.

### MaxStorage TP-S das All-in-One Speichersystem

Mit Hilfe des dreiphasigen SolarMax DC-Speichersystems lässt sich maximale Autarkie erreichen. Als erfahrener Hersteller von Wechselrichtern entwickelte SolarMax die gesamte Leistungselektronik des All-in-One Systems und gewährleistet damit höchste Qualität durch „Made in Germany“.

Durch den modularen Batterieaufbau (Lithium-Ionen-Technologie) ist die Speicherkapazität (2,3 bis 9,2 kWh) individuell an das Verbrauchsverhalten nach Bedarf anpass- und nach Bedarf nachträglich erweiterbar. Der Batteriespeicher eignet sich zur Installation bei Neuanlagen als auch zur Integration von bestehenden Anlagen. Zudem bietet SolarMax eine Garantie von 10 Jahren auf alle Systemkomponenten.

### MaxWeb XPN - Mehr als nur ein Datenlogger

Für das Energiemanagement hat SolarMax den neuen Datenlogger MaxWeb XPN entwickelt. Als Knotenpunkt der ortsunabhängigen Überwachung zeichnet er aktuelle Messwerte, Ertragsdaten und Ereignisse auf. Somit regelt er den Energiefluss und passt den Energiebedarf an die Verfügbarkeit an. Sämtliche bezogenen und abgegebenen Leistungen werden visualisiert und sowohl der Eigenverbrauch als auch der eingesparte Strom grafisch dargestellt. Die Software von MaxWeb XPN ist selbstlernend: Anhand des typischen Verbrauchs legt der Datenlogger den optimalen Zeitpunkt für die Speicherung des Sonnenstroms fest, was den Wirkungsgrad erhöht und die Rendite maximiert.

### Zentralwechselrichter für mittlere bis große Anlagen

Die SolarMax Zentralwechselrichter überzeugen durch kompakte Bauweise, Flexibilität und ein ausgezeichnetes Preis-Leistungsverhältnis. Ihr Einsatzspektrum reicht von mittleren Anlagen von 20 kW bis zu Kraftwerken im Megawatt-Bereich.

### Stringwechselrichter für kleine bis mittlere Anlagen

Die ein- und dreiphasigen Stringwechselrichter mit Nennleistungen von 1,8 bis 32 kW sind für kleinere und mittlere Solarstromanlagen bestimmt.

### Höchster Leistungsanspruch

Mit Überzeugung, Innovation und Leidenschaft leistet SolarMax einen wertvollen Beitrag zur Weiterentwicklung der Photovoltaik und damit zur erneuerbaren Energieversorgung.

# 100 % GRÜN FAHREN. MIT PHOTOVOLTAIKANLAGEN VON SOLARWATT.



Alles aus einer Hand. ALLES MADE IN GERMANY. ALLES GRÜN.



Noch Fragen?  
[www.solarwatt.de](http://www.solarwatt.de)



**SOLARWATT**<sup>®</sup>  
power to the people

# SOLARWATT

Mit SOLARWATT fahren E-Autos wirklich grün

---

SOLARWATT revolutioniert mit dem EnergyManager die E-Mobilität. Die Integration von Ladesäulen für Elektroautos in die PV-Anlage steigert den Verbrauch selbst erzeugter Solarenergie um ein Vielfaches. Gleichzeitig können sich Fahrzeughalter sicher sein, dass die „Tankfüllung“ wirklich grün ist.

SOLARWATT ist der weltweit einzige Hersteller von Photovoltaik-Komplettsystemen. Hier können sich Kunden darauf verlassen, dass alle Komponenten optimal aufeinander abgestimmt und erweiterbar sind. Die Marke SOLARWATT steht für ein außergewöhnlich umfangreiches Produktportfolio Made in Germany. Seine wesentlichen Elemente: ertragsstarke Glas-Glas-Solarmodule Vision, der EnergyManager zur Optimierung der Energieflüsse und der Batteriespeicher MyReserve. MyReserve ist ein Meilenstein hin zum wirtschaftlichsten, ressourcenschonendsten Verbrauch von Solarstrom. Dank seiner vollständigen Modularität ist der Heimspeicher nach dem Baukastenprinzip frei konfigurierbar. SOLARWATT schuf damit die maßgeschneiderte Speicherlösung – egal, ob für Einfamilienhaus, Werkstatt oder Betrieb.

## Eigenverbrauch von Solarstrom maximieren

Mit der Einbindung von Ladesäulen für Elektroautos in das Energiemanagement des Haushaltes geht SOLARWATT nun den nächsten Schritt: Als zusätzliche Verbraucher sind E-Autos bestens geeignet, um den Eigenverbrauch des Stroms vom eigenen Dach zu maximieren. Ladesäulen werden immer häufiger bei Fahrzeughaltern installiert. Das spart Zeit und Geld: Lange Wege zur nächsten Stromtankstelle entfallen, die zeitliche Steuerung der Ladung wird an die Kundenwünsche angepasst.

## Einfache Anbindung der Ladesäulen

Der SOLARWATT EnergyManager integriert Ladesäulen aller Hersteller in die Photovoltaikanlage. Das typenoffene Ladeprotokoll sorgt für optimale Kompatibilität. Tausende SOLARWATT-Kunden haben mit dem EnergyManager bereits heute alle technischen Voraussetzungen für die Nachrüstung einer Ladeinfrastruktur. Sie sind schon jetzt vorbereitet, auch wenn das E-Auto erst später angeschafft wird. E-Mobilität beginnt so ganz einfach zu Hause.

## E-Mobilität wird richtig grün

Der Strombedarf in unserer Gesellschaft wird durch Elektrofahrzeuge in den nächsten Jahren deutlich wachsen. Die PV-Anlage zu Hause trägt dazu bei, die Grundvoraussetzung für die Mobilität der Zukunft zu decken. Dank des SOLARWATT EnergyManagers werden die Energieflüsse schon heute umweltschonend gesteuert. Gleichzeitig wird das öffentliche Stromnetz entlastet, da der Solarstrom direkt vor Ort verbraucht und nicht ins Netz eingespeist wird. Erst mit der Umstellung der Ladeinfrastruktur auf alternative Energieträger wie Solarstrom wird E-Mobilität richtig grün. SOLARWATT ebnet schon jetzt den Weg dafür.



## 1001 Fragen zur E-Mobilität mit Sonnenkraft. **Auf jede eine Antwort.**

Der Eigenverbrauch von selbst erzeugtem Solarstrom ist sinnvoll – vor allem, wenn die Sonnenkraft ins Elektroauto kommt. Dafür braucht es Profis, die individuelle Bedürfnisse verstehen und aus der Vielzahl an Möglichkeiten die passende Lösung finden – und von der Erzeugung über die Speicherung bis zur Ladestation ein ganzheitlich effizientes System realisieren. Genau dabei stehen wir unseren Kunden aus dem Handwerk mit Rat und Tat zur Seite.

[www.sonepar.de](http://www.sonepar.de)

**Mit Ideen. Mit Leidenschaft. Mit Ihnen.**





**sonepar**  
deutschland

## SONEPAR

Unendlich viele Möglichkeiten.  
Immer ein Berater für Sie im Einsatz.

---

Nicht nur bei der Nutzung von Solarstrom für Elektromobilität gibt es unendlich viele Möglichkeiten – sondern in fast jedem Bereich der Elektrotechnik. Wir schaffen Klarheit.

Wir sind Elektrogroßhändler und fokussieren uns auf die individuellen Bedürfnisse unserer Kunden aus Handwerk und Industrie. Unsere Mitarbeiter kennen den Markt. Sie wissen, welche Produkte und Lösungen zusammen funktionieren und stehen unseren Kunden bei den vielen unterschiedlichen Systemen mit Rat und Tat zur Seite. Aus 100.000 Lagerartikeln stellen wir die Lösung zusammen, die exakt zu den Bedürfnissen unserer professionellen Anwender passt.

### Top-Service für den Erfolg

Wir sind der kompetente Ansprechpartner in Sachen Produktauswahl, Planung und Weiterbildung. Eine unserer wichtigsten Aufgaben dabei: Zuhören. Denn nur so können wir unsere Kunden mit einem Top-Service optimal beraten und effektiv unterstützen. Bei Sonepar erreichen unsere Kunden jederzeit einen Experten, der ihre Fragen umfassend beantwortet und Wünsche realisiert. Immer individuell und maßgeschneidert für ihre Branche – egal, ob Elektrohandwerk, Anlagenbau, Hotellerie, Chemie-, Automotive- oder Lebensmittelindustrie. So profitieren Kunden von unserer jahrzehntelangen Erfahrung und vor allem von durchdachten Ideen, mit denen sie ihre Ziele schnell und wirtschaftlich erreichen.

### Lösungen für morgen

Wir behalten die Zukunft für unsere Kunden im Blick. Als innovativer Partner sorgen wir dafür, dass sie bei Themen wie erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Smarthome ganz vorne mit dabei sind. Und natürlich bei der E-Mobility mit Solarstrom. Hier bieten wir ganzheitliche Lösungen, mit denen Solarstrom effizient erzeugt und für die Elektromobilität genutzt werden kann – von der Installation über die Ladeinfrastruktur und moderne Ladesysteme bis hin zum umfassenden Datenmanagement.

Elektrohandwerk und Industrie finden ihren  
Sonepar-Ansprechpartner in ihrer Nähe unter  
[www.sonepar.de/vorort](http://www.sonepar.de/vorort)



## VARTA Energiespeicher



### Werden Sie jetzt ihr eigener Energielieferant!

Die Ansprüche an Energiespeichersysteme mögen je nach Gebäudetyp unterschiedlich sein, doch der Wunsch nach Zuverlässigkeit und Sicherheit gilt für jede technische Lösung.

#### PULSE 3 UND 6



- ▶ 3,3 / 6,5 kWh
- ▶ Kompakt und handlich
- ▶ Komplettsystem inklusive Wechselrichter
- ▶ Installiert in 30 Minuten

#### ELEMENT 3, 6, 9, 12



- ▶ 3,3 / 6,5 / 9,8 / 13,0 kWh
- ▶ Erweiterbar
- ▶ Komplettsystem inklusive Wechselrichter
- ▶ Installiert in 60 Minuten

130 Jahre Batterie-Expertise in Ihrem Energiespeicher.

[www.varta-storage.com](http://www.varta-storage.com)

## VARTA

### Energiespeicher 4.0 – Endgeräte verstehen sich gegenseitig

---

Smart Home ist in aller Munde und ergänzt unser modernes digitales Leben. Das Smartphone steuert Rolläden, Lichtstimmung oder Schließanlagen. Wir können unseren Alltag per App von unterwegs bequemer gestalten – und das kommt an: Hausautomation per Mausklick ist gefragt wie nie. Wer seinen Energiespeicher in die Hausenergieversorgung einbinden möchte oder seinen Eigenverbrauch auf bis zu 80% und mehr erhöhen will, für den ist intelligentes Energiemanagement die perfekte Lösung.

Dabei wird der Energiespeicher zur Energiezentrale im Haus. Alle VARTA-Energiespeicher können mit Mess- und Steuerungsgeräten, wie PV-Datenloggern, Smart-Home- oder Smart-Grid-Anwendungen, kommunizieren und die Laststeuerung für externe Verbraucher, wie Ladestationen, E-Bike oder Wärmepumpe, übernehmen. Für Installateure und Endverbraucher ist es besonders wichtig, dass die Systeme rund ums Haus vernetz- und erweiterbar sind – je nach Bedarf. Das zentrale Feature lautet: Jedes Gerät im Haushalt kommuniziert mit jedem anderen.

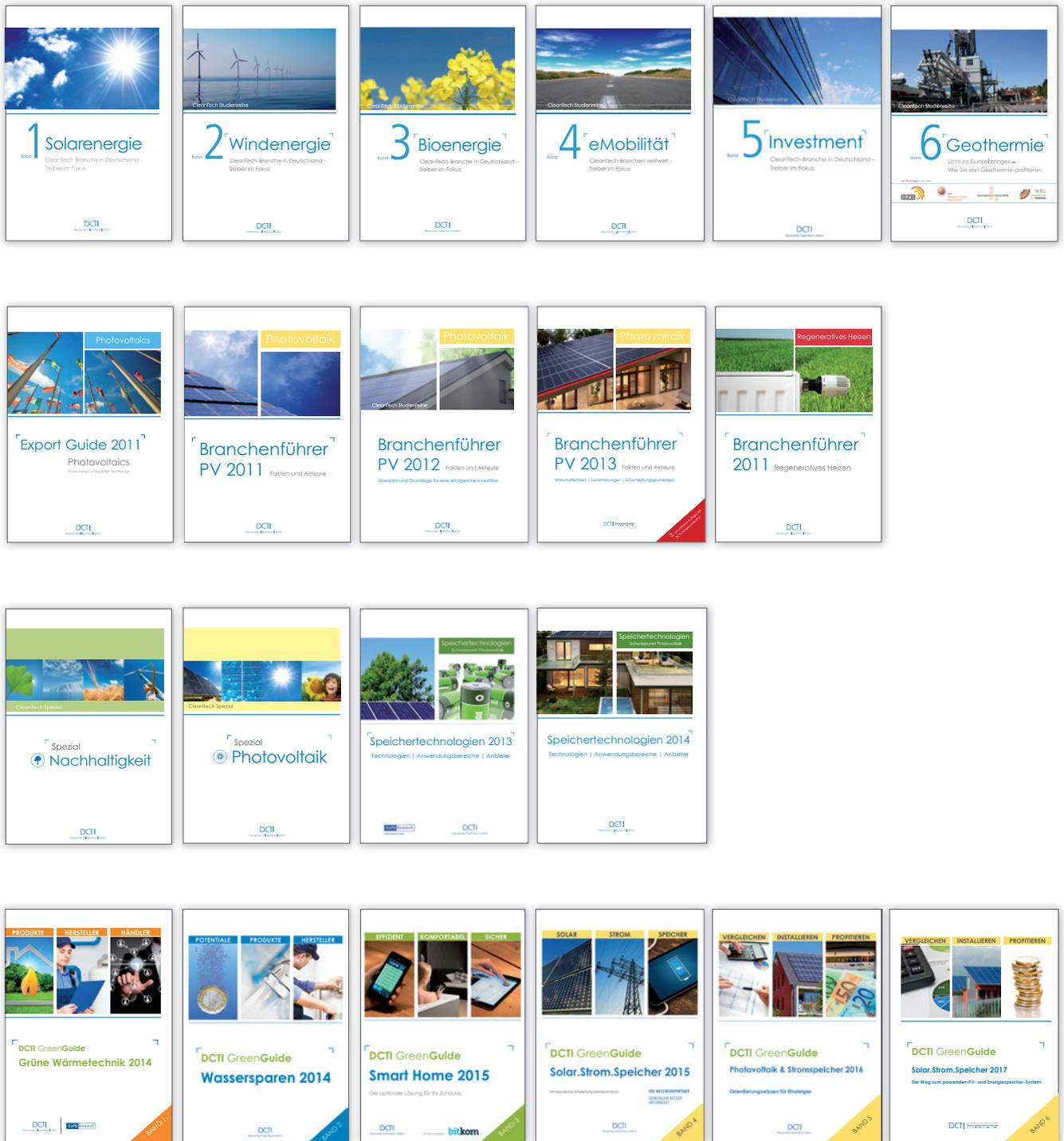
#### Vernetzbare Energiespeicher – Intelligente Schnittstellen

Die Energiespeicher von VARTA Storage verfolgen diesen Trend bis ins kleinste Detail: Vernetzbarkeit ist für jedes Modell der Heimspeicher zur Grundvoraussetzung geworden. VARTA Storage bietet mit ihren Energiespeichern ein System, das mit einer breiten Masse an Anwendungen kompatibel ist und Installateuren und Kunden die Freiheit lässt. Mit VARTA Energiespeichern legt man sich nicht auf einen Anbieter fest. Die Speichersysteme sind offen und bieten für unzählige Applikationen rund ums Eigenheim eine Schnittstelle. Fazit: VARTA Energiespeicher sind kompatibel für alle Anwendungen ob Smart Home, Smart Load, E-Mobility und Data Logging. Die VARTA Energiespeichersysteme können direkt und indirekt in die Hausautomation eingebunden werden. Ein Beispiel: Jetzt im Frühjahr werden in den ersten sonnenintensiven Tagen schnell mehr Energievorräte eingespeichert als alle Familienmitglieder verbrauchen können. Wohin mit der überschüssigen Energie ist nun die Frage. Dank der intelligenten Schnittstellen der VARTA Energiespeicher kann der Überschuss der erzeugten Energie per smarterer Warmwasserbereiter zum Duschen, Baden oder Kochen genutzt werden.

#### Energieverbrauch auf einen Blick

Im Onlineportal oder über die hauseigene VARTA Storage App haben Kunden den direkten Zugriff auf tagesaktuelle Daten. Mit der Smartphone App sind sämtliche Daten der VARTA Energiespeicher sowie der Energieströme im Haus mobil abrufbar. Scheint zu Hause die Sonne? Was habe ich heute mit meiner PV-Anlage erzeugt? Wie arbeitet mein Energiespeicher? Die Antworten auf diese Fragen sind jederzeit auf dem Smartphone ablesbar und in übersichtlichen Grafiken aufbereitet.

# Bisher beim DCTI erschienen (Auswahl)



Download unter [www.dcti.de](http://www.dcti.de) und bei amazonkindle



# XIII. Impressum

Impressum

## Herausgeber & Redaktion

**DCTI** Deutsches CleanTech Institut  
NACHHALTIGKEIT DURCH INNOVATION

### Deutsches CleanTech Institut GmbH

Albrechtstr. 22  
10117 Berlin  
Fon +49(0) 030 880 600-71  
Fax +49(0) 228 92654-11  
welcome@dcti.de

**Büro Bonn**  
Adenauerallee 134  
53113 Bonn

Geschäftsführer Markus A.W. Hoehner  
Managing Partner Leo Ganz

[www.dcti.de](http://www.dcti.de)

**Redaktion**  
Stefan Hausmann

**Projektmanagement**  
Leo Ganz

In Zusammenarbeit mit

**EuPD Research**

## Kooperationspartner

**ees**  
INTERNATIONAL  
THE ELECTRICAL ENERGY STORAGE MAGAZINE

**Hogan  
Lovells**

**IBESA** BATTERY &  
ENERGY STORAGE  
International Alliance

## Konzept & Gestaltung

**360 Concept**  
sustainable design

Art Direction  
Rebecca Ohagen

Fon +49 (0) 228 85426-0  
Fax +49 (0) 228 85426-11  
welcome@360Concept.de

[www.360Concept.de](http://www.360Concept.de)

