



Fortbildung Solarenergienutzung

EIGENERZEUGUNGSANLAGEN im HAUS **E-Mobilität – angetrieben mit Sonnenstrom**

Referenten:
Ulf Hansen-Röbbel

Gesetzliche Rahmenbedingungen (Auswahl)

Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)

Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)

Ladesäulenverordnung (LSV)

Elektromobilitätsgesetz (EmoG)

Steuerrecht

Bau- und Planungsrecht

Mobilität in Zukunft: Multimodal

Heute

- Welches Auto kaufe ich
- Entscheidung nach 3 - 6 Jahren
- Emotional Entscheidung



Zukünftig

- Welches Verkehrsmittel nutze ich
- Entscheidung bei jedem Weg
- Rationale Entscheidung





Alternative Antriebe (Kfz | Teil 1)

Mikrohybrid

Mildhybrid

Vollhybrid

Plug-In-Hybrid (PIH)

Elektrofahrzeuge mit Range Extender (REEV)

Batterieelektrische Fahrzeuge (BEV)

Brennstoffzelle (FCV)

Alternative Antriebe (Fahrräder | Teil 2)

Pedelec (Unterstützung bis 25 km/h; Fahrrad)

S-Pedelec (Unterstützung bis 45 km/h; Kleinkraftrad)

E-Bike (Leichtmofa bis max. 20 km/h; Kleinkraftrad)

Lastenräder (E-Motor-Unterstützung bis 25/45 km/h)

Schwerlastenräder und Lastanhänger mit E-Antrieb

E-Roller

Sonderkonstruktionen wie Segway

E-Mobilität: Sonne liefert Energie – Jahr für Jahr.

Auf jedem Quadratmeter Boden
landet im Laufe eines jeden
Jahres die Energiemenge von
ca. 100 Liter Superbenzin!



Energie zur Mobilität: Gehen – Radfahren – Auto fahren

Fortbewegung	Energiebedarf	Dauer
Langsames Rad fahren (15km/h)	2.363Wh	ca. 7 Stunden
Zügig Rad fahren (25km/h)	3.753 Wh	ca. 4 Stunden
Gehen(5km/h)	6.158 Wh	ca. 20 Stunden
Joggen(8,6km/h)	9.120 Wh	ca. 12 Stunden
Auto fahren (100km/h)	67.554 Wh	1 Stunde

Verbrennungsmotor:

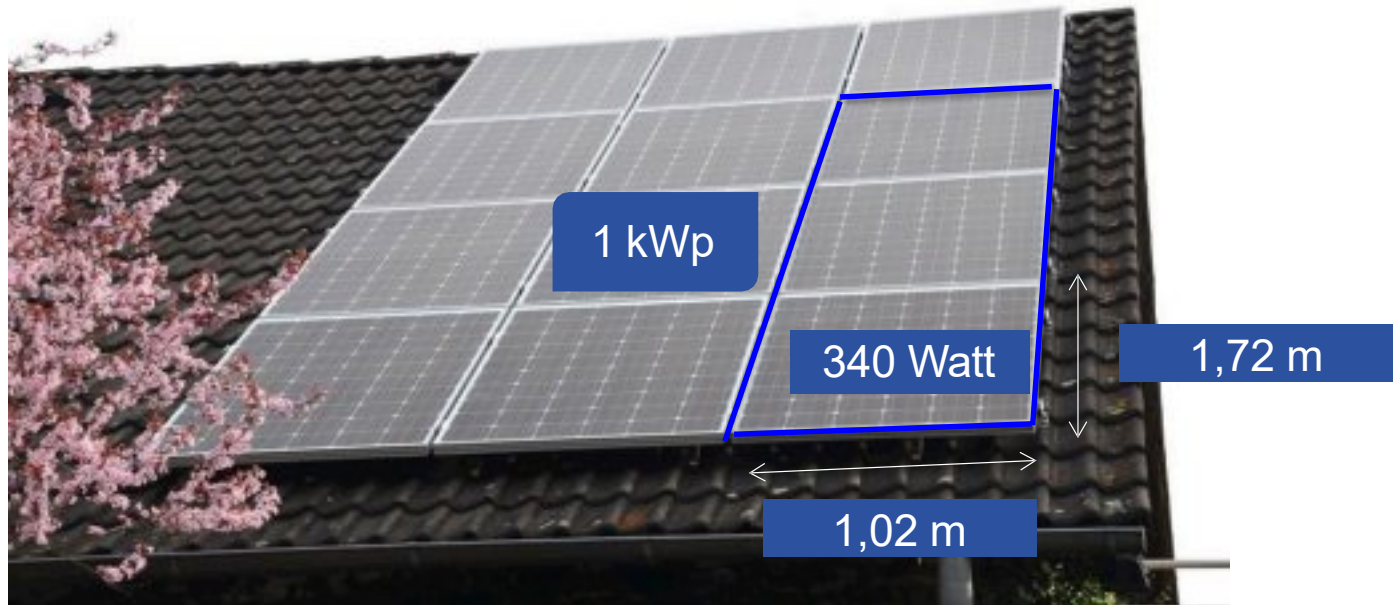
Fahrleistung: 10.000 km/a → 6.755 kWh/a = 690 ltr/a → 1.796 t CO₂

E-Auto mit Netzstrom:

Fahrleistung: 10.000 km/a → 1.800 kWh/a → ca. 0,9 t CO₂

Sonnenstromernte: Flächenbedarf

1 kWp → heute ca. 5 m² Solargeneratorfläche benötigt
1 kWp → Ertrag von 900 – 1100 kWh Strom/Jahr

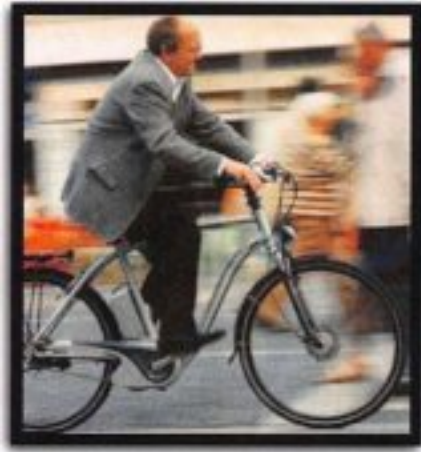


Hier: 12 Module x 340 Wattpeak = 4.080 Wattpeak = 4,8 kWp

Eine 10 kW_p Anlage spart ~ 100 t (!) CO₂ in 20 Jahren Betriebsdauer!

E-Mobilität: Sonnenstrom selbst produziert – echt günstig!

Pedelecs ...



... und Solarstrom:



250 Wh/Fahrt → 150 Fahrten/a → 37,5 kWh/a → 40 Wp → 0,20 qm

33 km/Fahrt → 5.000 km/a → Stromverbrauch/a → Modulleistung → Modulfläche

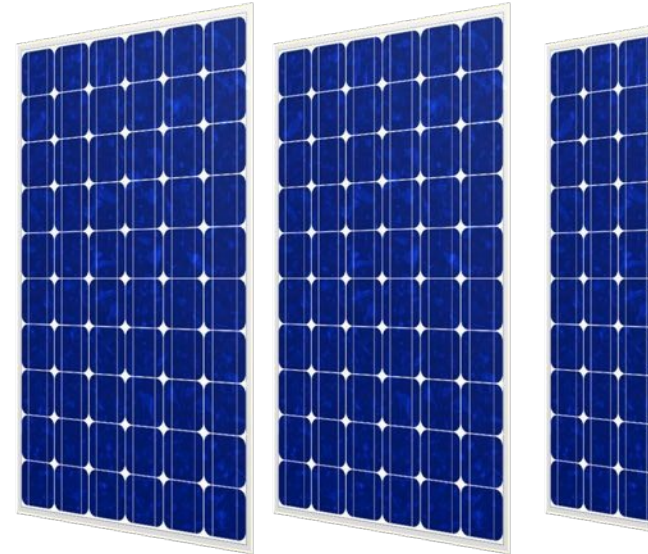


E-Mobilität: Sonnenstrom selbst produziert – echt günstig!

E-Mobile...



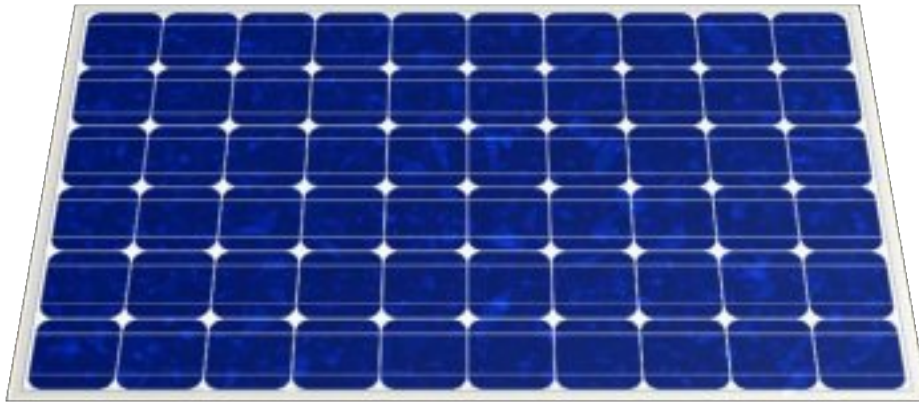
... und Solarstrom:



5 kWh/Fahrt → 150 Fahrten/a → 750 kWh/a → 830 Wp → 4,20 qm

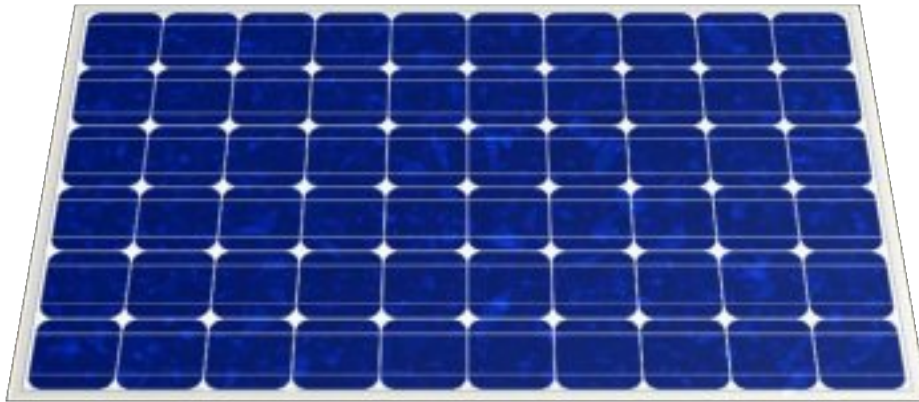
33 km/Fahrt → 5.000 km/a → Stromverbrauch/a → Modulleistung → Modulfläche

E-Mobilität: Sonnenstrom selbst produziert – echt effektiv!



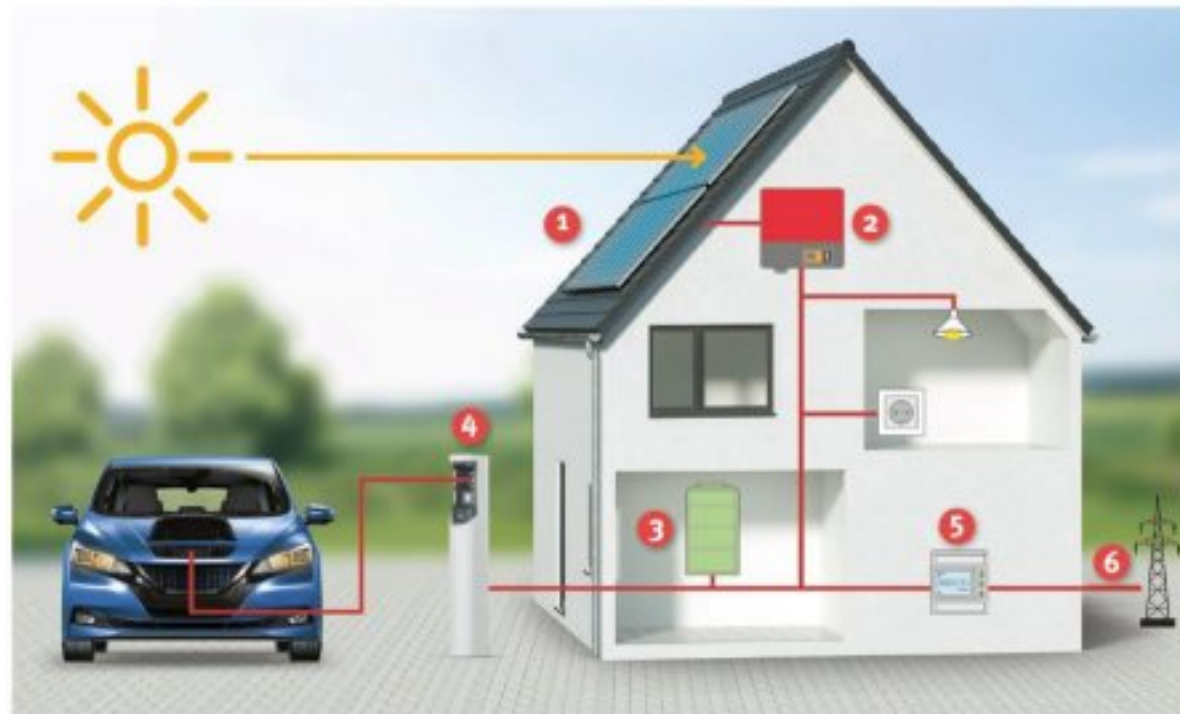
1 PV-Modul → 340 Wp → ~ 310 kWh/a → 40.000 km/a

E-Mobilität: Sonnenstrom selbst produziert – echt effektiv!



1 PV-Modul → 340 Wp → ~ 310 kWh/a → 2.000 km/a

E-Mobilität: Günstiger und besser mit Sonnenstrom

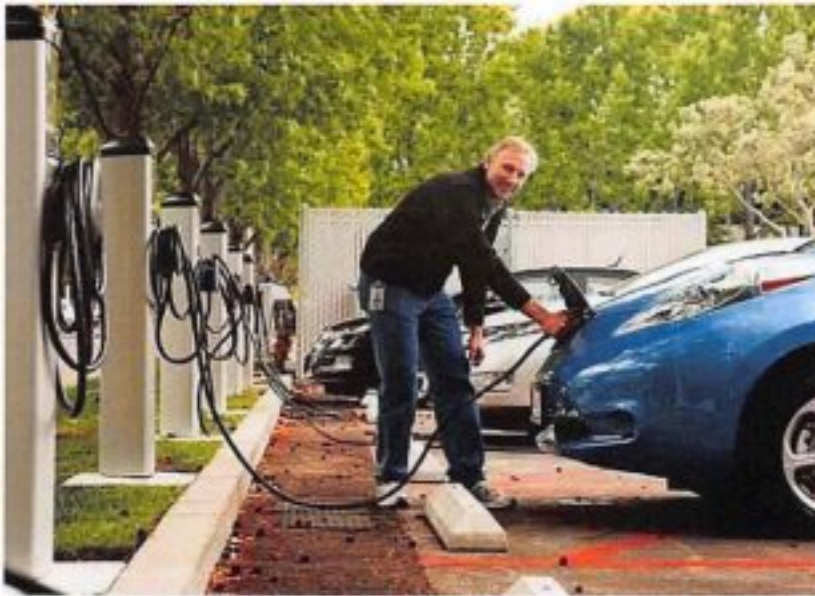


- 1 Solargenerator
- 2 Wechselrichter
- 3 Batteriespeicher

- 4 Ladestation für das E-Auto
- 5 Stromzähler für Bezug und Einspeisung
- 6 Anschluss an das öffentliche Netz

E-Mobilität: Lademöglichkeiten

Ein Auto steht durchschnittlich 23 Stunden. Pro Tag!



95% der Ladevorgänge werden zu Hause und/oder am Arbeitsplatz stattfinden!



E-Mobilität: Lademodi im Überblick

Mode 1: AC | Haushaltssteckdose max. 16 A/3,7 kW

Mode 2: AC | einphasig $\leq 3,7$ kW, dreiphasig ≤ 22 kW

Mode 2: Ladekabel mit ICCB (Steuerung + Schutz)

Mode 3: AC | öffentlich Wallbox, dreiphasig $\leq 43,5$ kW

Mode 4: DC-Low-Ladung mit Typ-2-Stecker

Mode 4: DC-High-Ladung mit CCS v CHAdeMO

E-Mobilität: Ladeszenarien im Überblick

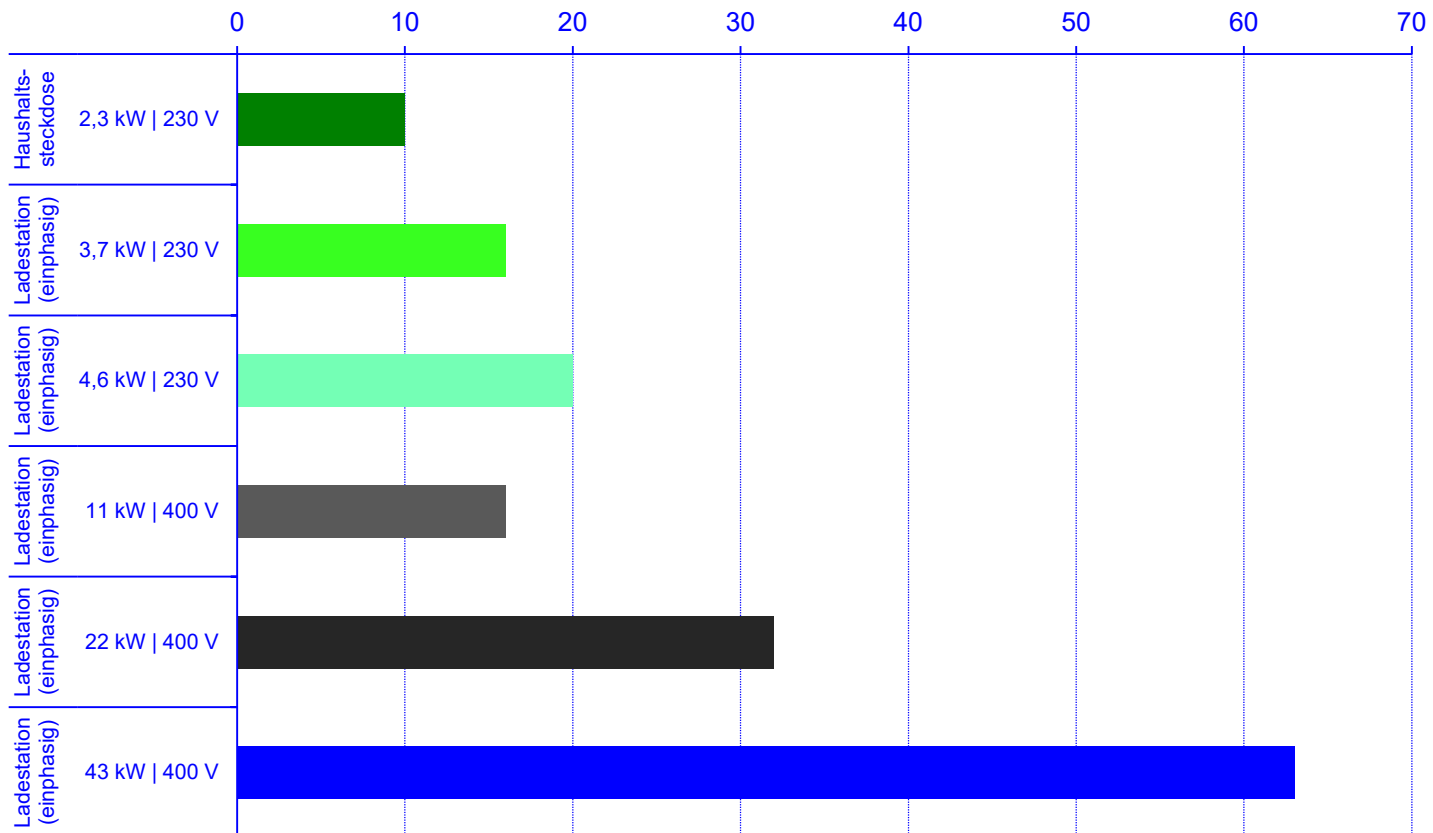
Garage Stellplatz	Nachladen unterwegs	Überlandfahrt
Mode 2 oder Wallbox	Mode 3 Ladesäule	Mode 4 DC-Schnellladung
Ladedauer 6 bis 8 Stunden	Ladedauer < 1 Stunde	Ladedauer 0,5 Stunden

E-Mobilität: Ladeleistung und -dauer

Ladetechnik	AC 1-phasig 230 V / 16 A 3,7 kW	AC 3-phasig 400 V / 16 o. 32 A 11 o. 22 kW	AC 3-phasig 400 V / 63 A 43 kW	DC Combo 2 400 V / 80 A 20 o. 50 kW	DC CHAdeMO 400 V / 80 A 20 o. 50 kW	DC Tesla 400 V / 175 A 120 kW
Ladedauer	8 h	3 - 5 h	0,5 - 1 h	0,5 h	0,5 h	0,5 h
VW e-Up						
VW e-Golf						
BMW i3		11 kW Option				
ION, C-Zero, iMiEV						
Kia Soul EV						
Nissan Leaf						
MB Smart ed		22 kW Option				
Opel Ampera-e						
Renault Kangoo ZE						
Renault ZOE		22 kW	alte Modelle			
Tesla Model S		16,5 kW				

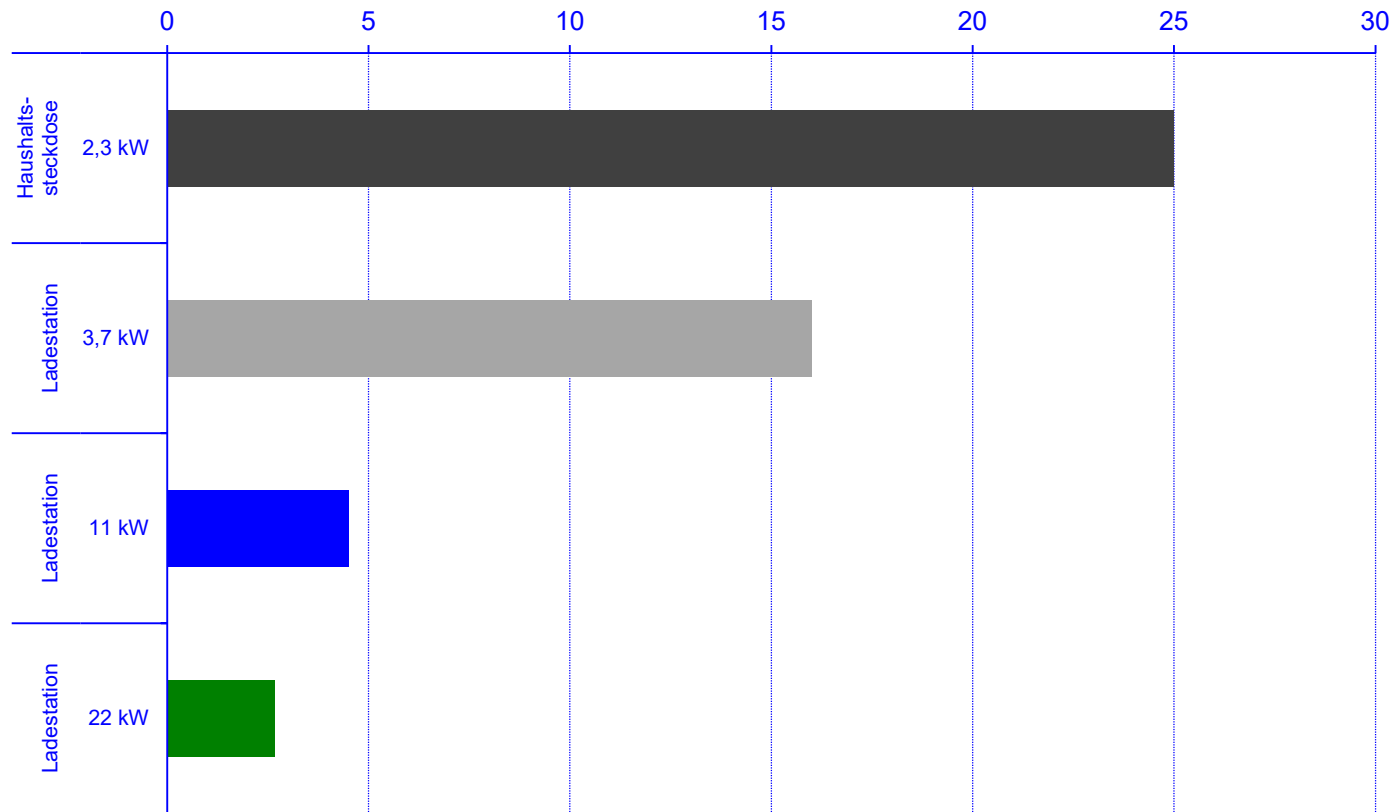
E-Mobilität: Ladeleistung und Absicherung

Absicherung einer Ladestation [A]



E-Mobilität: Ladeleistung und -dauer

Dauer eines kompletten Ladezyklus Renault Zoe (41 kWh)



E-Mobilität – angetrieben mit Sonnenstrom



Kompaktwagen	Kompaktwagen	Kompaktwagen	Kompaktwagen	Kompaktwagen	Kompaktwagen
Ford / Focus Electric	Hyundai / Ioniq	Kia / Soul EV	Nissan / Leaf	Renault / Zee	VW / E-Golf
2013	2016	2014	2010	2013	2016
5	5	5	5	5	5
241–1.000	kA.	280–890	400–1.215	430–1.040	kA.
1.630	kA.	1.565	1.535	1.480	1.520
455	kA.	470	410	485	440
137	165	145	144	135	150
107	88	81	80	65	100
15,4	kA.	14,7	15,0	14,6	12,7
162	250	210	200/250 ¹⁾	240	300
11/6,5	kA.	5/0,5	10/0,5 / 8/0,5 ¹⁾	7,5/0,5	kA.
ab 34.900	kA.	ab 28.800	29.265/34.385 bzw. 23.365/28.485 (b. BM) ¹⁾	ab 21.500 (b. BM)	kA.
4.000	4.000	4.000	5.000 ²⁾	5.000 ²⁾	4.000
					



E-Mobilität: Reichweitenängste – und echte Fahrstrecken

- 50 Kilometer ist die durchschnittliche tägliche Fahrstrecke in Deutschland. Im E-Auto ist das ein Stromverbrauch von etwa 8 Kilowattstunden.
- 90 Prozent der Fahrten sind kürzer als 50 km.

Empfohlene Apps für die Erfassung der
typischen Fahrstrecken

Tipps:

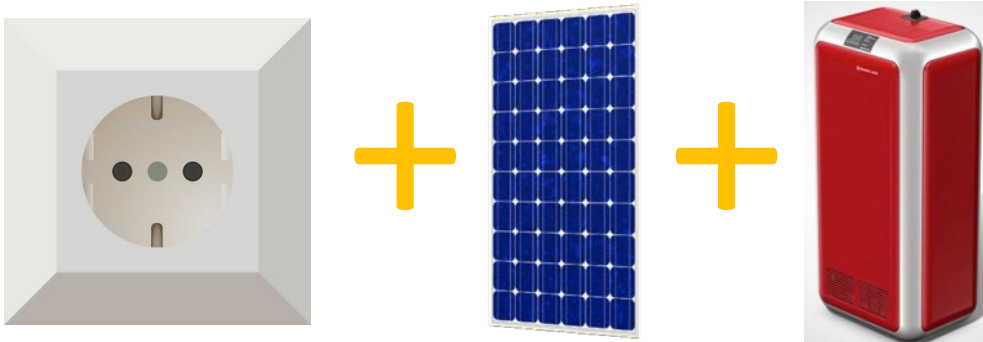
Wie weit fahre ich wie oft?

Führen Sie zwei Wochen lang ein Fahrtenbuch

Für die meisten Fahrten ist die Reichweite heutiger
E-Autos ausreichend

Photovoltaik: Empfehlungen zur technischen Auslegung

- Photovoltaik und Batteriespeicher (Lithiumbatterien)
- pro 1.000 kWh Stromverbrauch (Haushalt)
- mindestens 1 kWp PV (Modulleistung)
- 1,5-2 kWh Speicher (Nettokapazität)



E-Mobilität: Empfehlungen zur technischen Auslegung

- Photovoltaik und Batteriespeicher und E-Auto
- pro 1.000 kWh Stromverbrauch (ohne Autostrom)
- mindestens 1 kWp PV (Modulleistung) + **1,5 kWp**
- 1,5-2 kWh Speicher (Nettokapazität)
- **Pendlerfahrzeug: + 0,5 kWh Speicher**
- **Zweitwagen:** kein zusätzlicher Speicher



E-Mobilität: Anschluss gesucht



Gerhard Seybert - Fotolia

Typ-2 Stecker

- Europäischer Standardstecker
- Leistung bis 43 kW / 62 A
- AC 1- o. 3-phasig und DC-fähig



Artfocus - Fotolia

Combined Charging System (CCS)

- Europ. Standardstecker für DC-Schnellladung
- Leistung bis 170 kW / 200 A

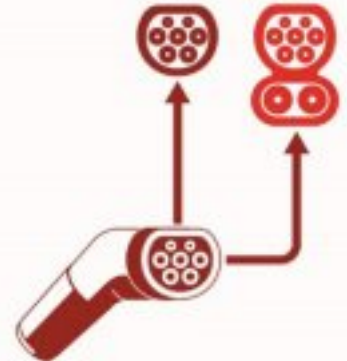
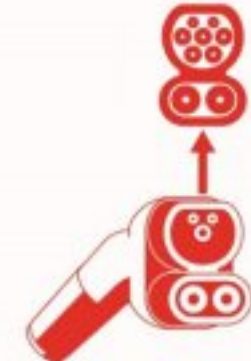


Karin & Uwe Annas - Fotolia

CHAdeMO

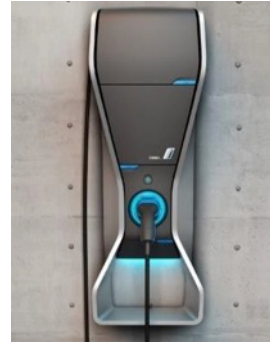
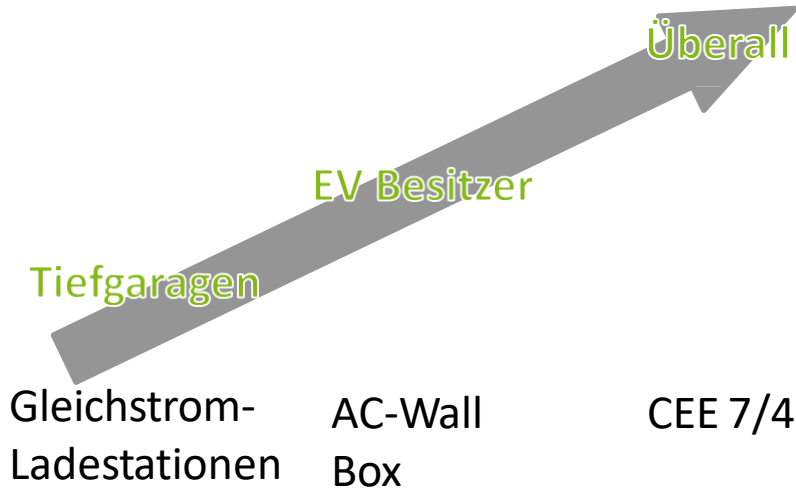
- von asiatischen Herstellern favorisiert
- Schnellladung (DC)
- Leistung bis 62,5 kW / 200 A

E-Mobilität: Ladeverfahren

Magnetische Induktion	AC-Laden	DC-Laden
3,7 kW 7,4 kW 11 kW 22 kW	3,7 kW 11 kW 22 kW 44 kW	50 kW 150 kW 400 kW
Primär-, Sekundärspule  Kabelloses Laden	Typ 2 Combo 2 	Combo 2 
ISO 15118 als einheitliche Kommunikation für alle Ladetechnologien		

E-Mobilität: Laden im privaten Umfeld – Ladeinfrastruktur

Verfügbarkeit von Ladepunkten



Quelle: bmw.de

AC Wall Box:

- Typische Ladeleistung 11 kW (22 kW) (begrenzt durch Netzanschluss)
- 500€ - 1500€
- Ladezeit 2 bis 4 h (marktübliche EVs, abhängig vom Bordladegerät)



Quelle: schnellladen.de

DC Home Ladestationen:

- Bis zu 11 kW (22kW) Ladeleistung (begrenzt durch den Netzanschluss)
- 10.000€ - 15.000€



Quelle: busch-jaeger.de

CEE 7/4:

- Maximale Ladeleistung 2.4 kW
- Ladezeit 10 bis 20 Stunden
- 15 €

E-Mobilität: Die Kombination sorgfältig abstimmen

PV-Anlage, Batteriespeicher und Wallbox

- Wähle Wallbox passend zum Auto aus
- Aber: Nicht jede Wallbox ist intelligent
- Wenn PV schon vorhanden → PV-kompatible Wallbox wählen
- Wenn E-Auto und Ladestation zuerst gekauft werden soll, Ladestation wählen, die später intelligent mit PV+Speicher verbunden werden kann



Bilder: Claer - Fotolia, Senec, Mennekes, Salome - Fotolia

E-Mobilität: Ladeinfrastruktur und Anschaffungskosten

- Technik-Paket bestehend aus:
Ladestation, allstromsensitiver Fehlerstromschutzschalter (FI),
Steuerungsmodul für PV-Anbindung,
Ladekabel Typ 2 (falls nicht vorhanden) **1.700 Euro**
- Installationskosten und Marge Elektroinstallateur, je nach
Aufwand ca. **1.000 bis 1.700 Euro**
- Anschaffungskosten für E-Auto ca. **15.000 bis über 80.000 Euro**



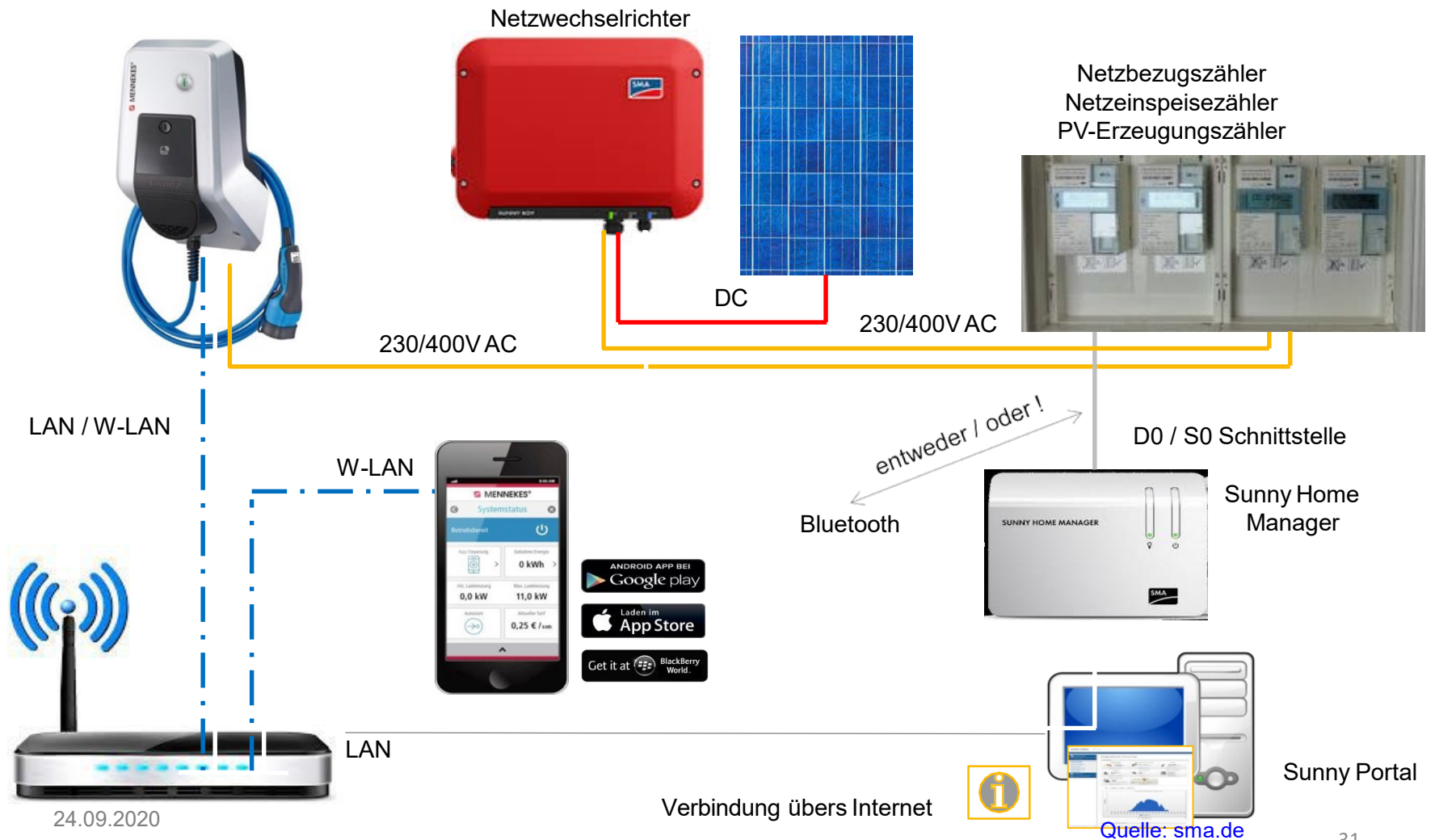
E-Mobilität: Kostenvorteile nach dem Kauf

- Kraftstoffkosten Verbrenner:
 $15.000 \text{ km} \times 7 \text{ Liter/100 km} \times 1,50 \text{ Euro/Liter} = 1.575 \text{ Euro}$
- Stromkosten E-Auto (Netzstrom):
 $15.000 \text{ km} \times (\varnothing) 18 \text{ kWh/100 km} \times 0,35 \text{ Euro/kWh} = 945 \text{ Euro}$
- Ersparnis E-Auto (Netzstrom):
630 Euro pro Jahr
- Stromkosten E-Auto (50 % Netzstrom und 50 % PV-Strom):
 $15.000 \text{ km} \times (\varnothing) 18 \text{ kWh/100 km} \times 0,24 \text{ Euro/kWh} = 648 \text{ Euro}$

Ersparnis E-Auto mit 50 % Sonnenstrom:
927 Euro pro Jahr



E-Mobilität: Optimiertes Laden mit Sonnenstrom



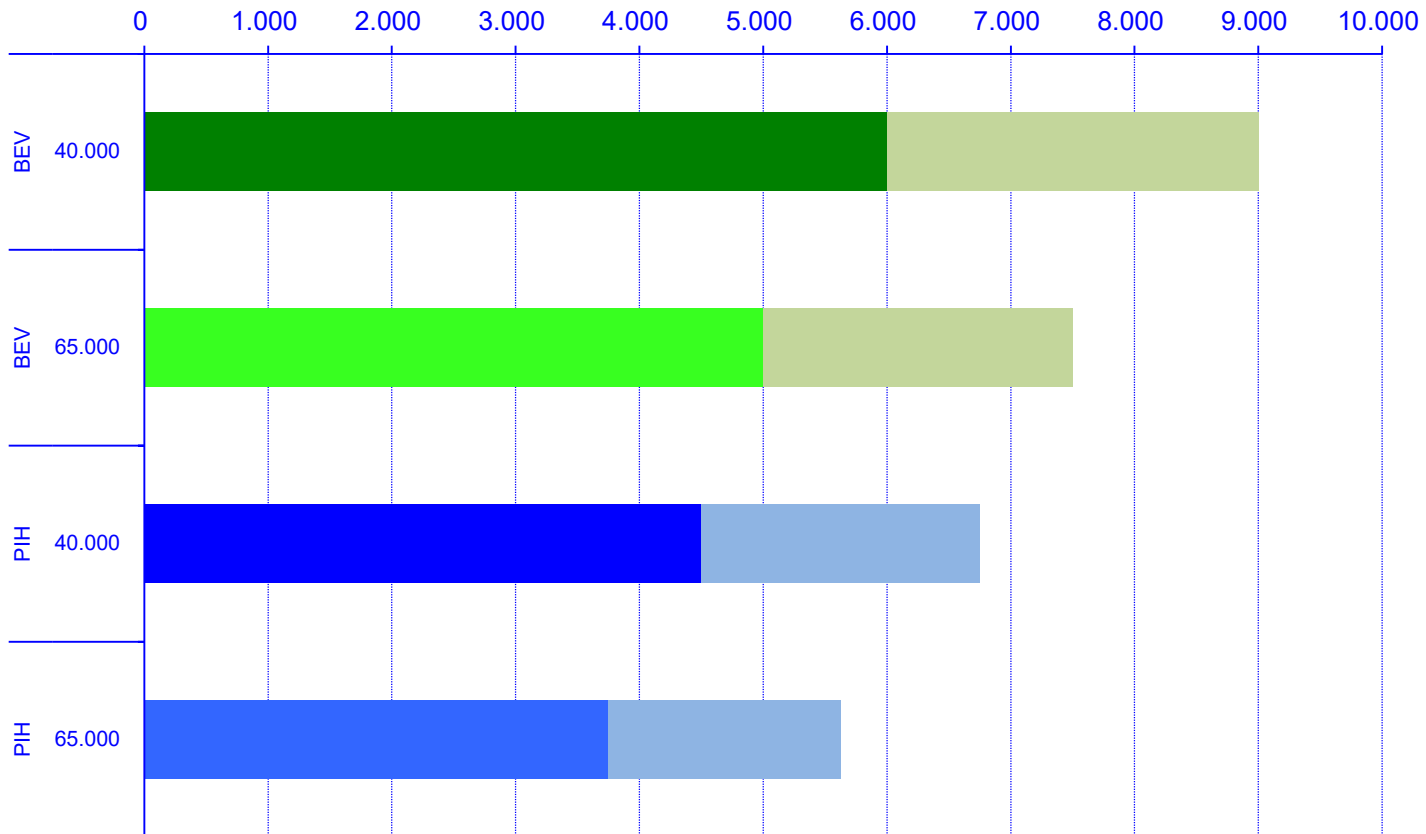
E-Mobilität: Förderangebote und Steuervorteile

- Gratis-Laden an manchen öffentlichen Ladesäulen, aber vermutlich nicht dauerhaft
- Förderung für Ladestation in Niedersachsen: in manchen Gemeinden/Regionen/Stadtwerken: häufig ca. 500 €
- Umweltprämie 6.000 Euro (anteilig Bund / Autohersteller), z. T. kombiniert mit zusätzlichen Abwrackprämien der Autohersteller
- Lokale E-Auto-Förderung von Kommunen und Stadtwerken, seit kurzem auch kombinierbar mit Bundesförderung
- Steuerbefreiung 100% für 10 Jahre (nur reine E-Autos, keine Plug-In-Hybride)
- Versicherung kann günstiger sein (Vergleichen!)
<https://www.welt.de/motor/news/article174382933/Stromer-werden-im-Unterhalt-guenstiger-Versicherungstarife-fuer-Elektroautos.html>
- Ab 2019 muss E-Firmenfahrzeug bei Privatnutzung nur noch zu 0,5% der Anschaffungskosten versteuert werden (geldwerter Vorteil)



E-Mobilität: Förderprogramm (Umweltprämie)

Zuschuss in Abhängigkeit des Nettolistenpreises



E-Mobilität: In Zukunft. Seit heute.

