

Elektromobilität

Grundlagen, Erfahrungen, Hintergründe

und

Photovoltaik



Herzlichen Willkommen zu den Vorträgen

Elektromobilität – Grundlagen, Erfahrungen, Hintergründe

und

Photovoltaik

Dozent: Thomas Ströbel

Thomas Ströbel, Kirchardt, November 2024

Dozent, Mitglied im Verein Elektromobilität Heilbronn-Franken e.V.



Themen

Die Vorträge dauern jeweils etwa 1 - 1½ Stunden mit folgenden Themen:

- **Elektromobilität**

- Warum ist das Elektroauto die sinnvollste Lösung
- Wie funktioniert ein Elektroauto
- Das Elektroauto in der Praxis

- **Pause**

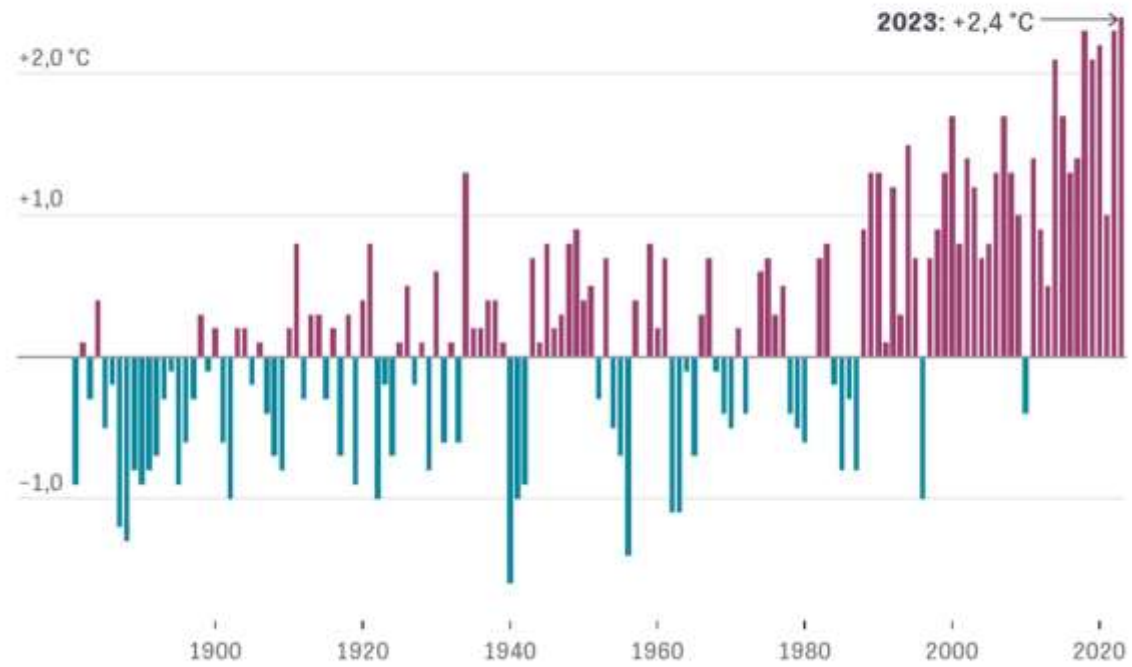
- **Photovoltaik**

- Grundlagen der Photovoltaik-Technik und
- Kosten/Nutzen von Photovoltaik-Anlagen
- Einspeisevergütung, Abgaben, Erträge, Steuern



2023 war das bisher heißeste Jahr in Deutschland

So viel wärmer oder kühler war es im Vergleich zum Mittel der Jahre 1961 bis 1990



Quelle: DWD, Daten für 2023 vorläufig

Grafik: ZEIT



Klimawandel

Kein ernsthafter Wissenschaftler zweifelt mehr am bestehenden Klimawandel.

Die Klimaerwärmung ist vor allem zurückzuführen auf eine zu hohe Konzentration von kritischen Gasen in der Atmosphäre.

Anteile an der Klimaerwärmung (2022):

- **Kohlendioxid (CO₂)** (63%)
- **Methan** (19%)
- **Distickstoffoxid** (6%)
- **fluorierte Gase u.a.**



Klimawandel

"Die ökologische Krise, vor allem der Klimawandel, ist keine Übertreibung oder Fantasie von jemandem, der sich den Spaß macht, die Stabilität zu schwächen. Die wissenschaftlichen Analysen sind zu lange ignoriert oder abfällig-ironisch kommentiert worden.,,"

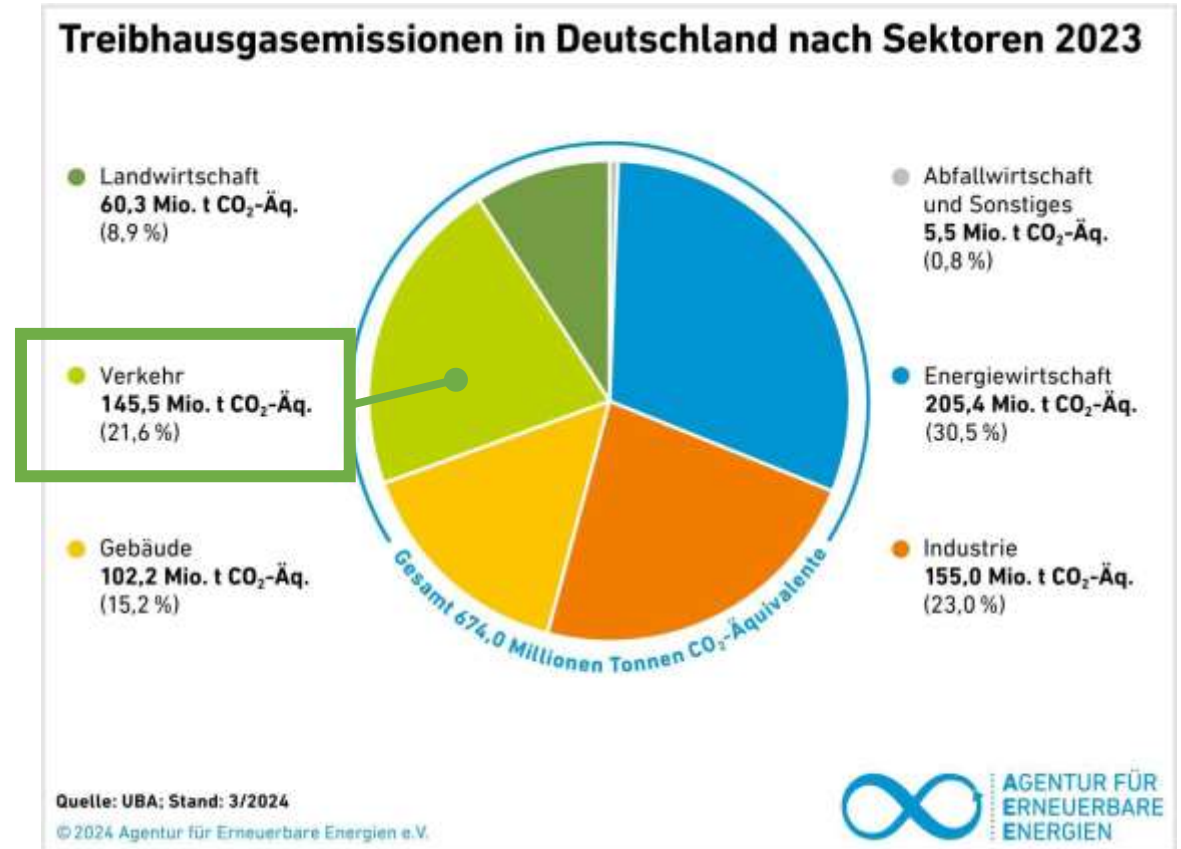
Der Papst im Vorwort zu einem Buch namens
"Das grüne Alphabet von Papst Franziskus"
(2019)



Die Mobilität von morgen

Nur wenn wir den **Klimawandel** aufhalten können, werden unsere Kindeskindern eine Welt erleben, wie wir sie kennen!

Der **Fahrzeug-Verkehr** soll erheblich zum Klimawandel beitragen, lassen Sie uns das genauer betrachten ...



Die Mobilität von morgen

Aber – gaaaaanz wichtig ...

Mein Vortrag soll nicht das **klassische Diesel- oder Benzinfahrzeug** schlechreden.

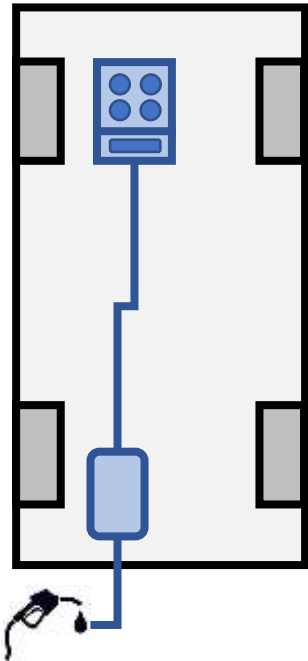
Der Vortrag soll vielmehr **Informationen** bieten, warum ein Elektroauto eine sehr gute Wahl ist (neben vielen anderen Maßnahmen), um den **Klimawandel** aufhalten oder verlangsamen zu können.

Jeder soll und darf sich aber so fortbewegen wie er/sie will ...

Antriebsarten von Fahrzeugen

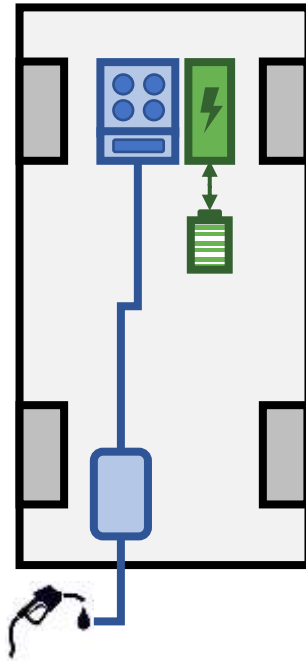
Verbrennungs-
Motor (ICE)

(Internal Combustion Engine)



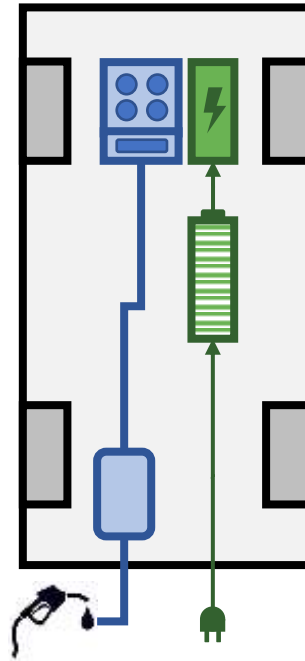
(Mild-) Hybrid (HEV)

(Hybrid Electric Vehicle)



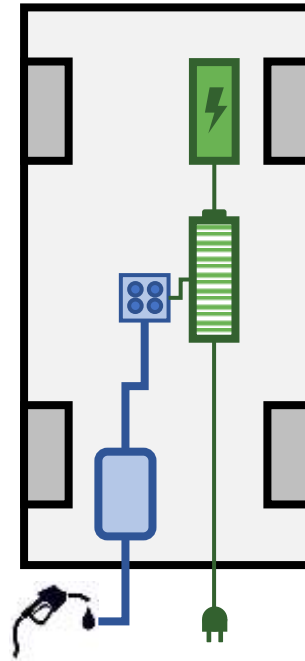
Plug-In- Hybrid (PHEV)

(Plug-In-Hybrid Electric Vehicle)



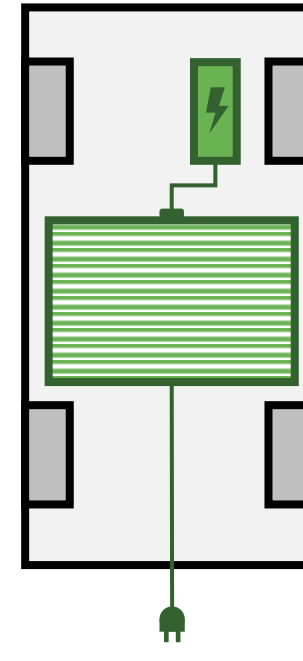
Range- Extender (REX)

(Range Extender)



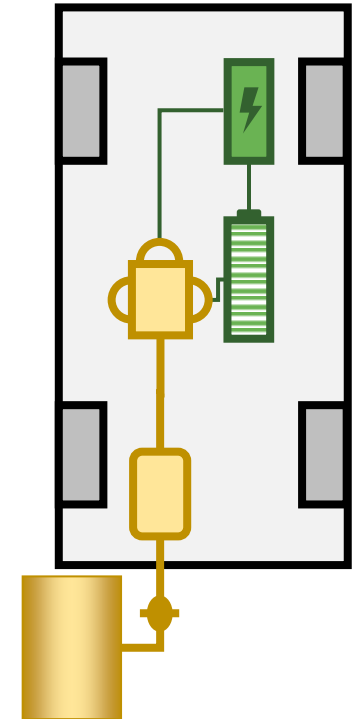
Batterie- Elektrisch (BEV)

(Battery Electric Vehicle)



Wasserstoff- Antrieb (FCEV)

(Fuel Cell Electric Vehicle)

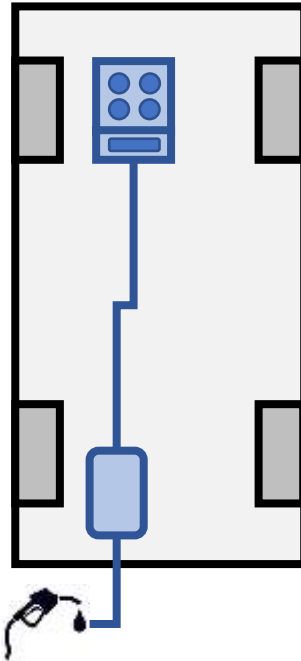


Antriebsarten von Fahrzeugen

Verbrennungs-
Motor (ICE)



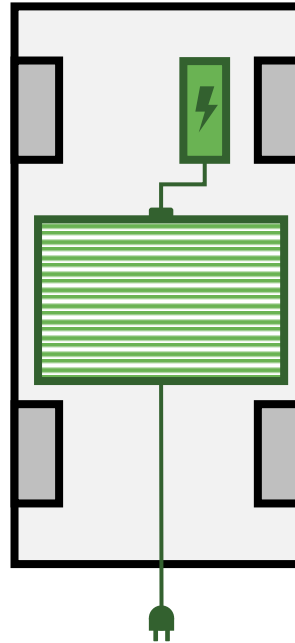
(Internal Combustion Engine)



Batterie-
Elektrisch (BEV)



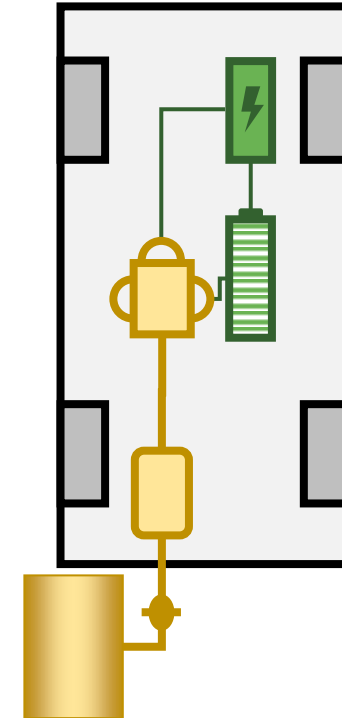
(Battery Electric Vehicle)



Wasserstoff-
Antrieb (FCEV)



(Fuel Cell Electric Vehicle)



Eigenschaften der Antriebsarten

Verbrennungs-
Motor (ICE)



- tankt Benzin/Diesel/E-Fuel
- Tankstelle
- sehr viele Einzelteile
- regelmäßige Wartung
- regelmäßige Werkstattbesuche

Batterie-
Elektrisch (BEV)



- lädt Strom
- Steckdose / Ladesäule
- wenige Einzelteile
- kaum Wartung / Service
- kaum Werkstattbesuche

Wasserstoff-
Antrieb (FCEV)



- tankt Wasserstoff
- Wasserstoff-Tankstelle
- sehr viele Einzelteile
- regelmäßige Wartung
- regelmäßige Werkstattbesuche

Wer profitiert bei welcher Antriebsart

Verbrennungs-
Motor (ICE)



- Fahrzeughersteller
- Ölindustrie
- Werkstätten
- Zulieferindustrie
- Tankstellen-
Netzbetreiber

Batterie-
Elektrisch (BEV)



- Energieerzeuger
(wenn keine Eigenerzeugung)
- Fahrzeughersteller
- Werkstätten
- Ladesäulenbetreiber
(erst in der Zukunft)

Wasserstoff-
Antrieb (FCEV)



- Wasserstoffindustrie
- Energieerzeuger
- Werkstätten
- Zulieferindustrie
- Wasserstoff-
Netzbetreiber
- Fahrzeughersteller

Das Elektroauto im Vergleich

Im Vergleich mit den anderen gängigen Antriebsarten von Personen-Fahrzeugen stehen **Elektroautos** sehr gut da:

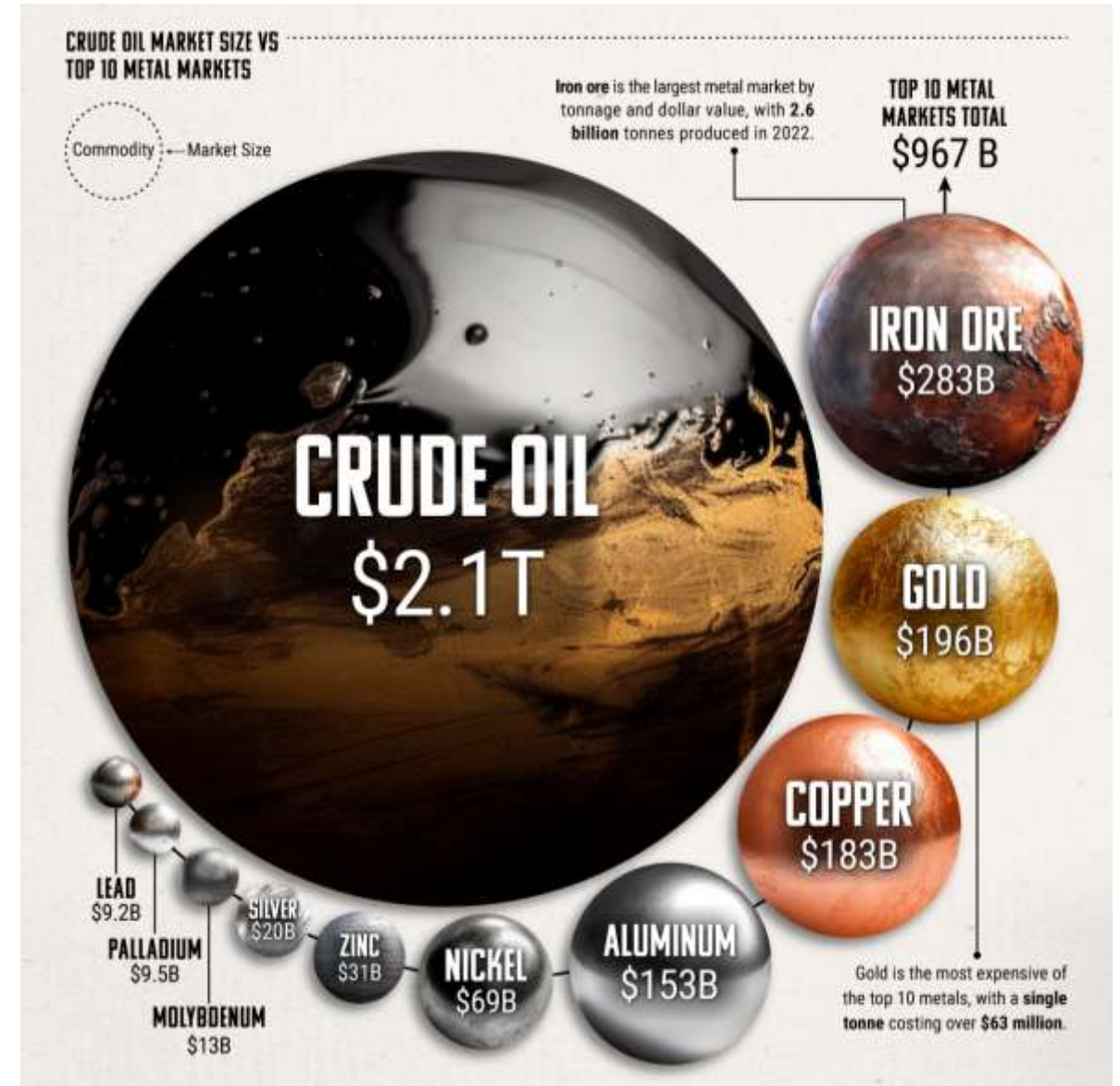
- **sehr viel einfacher aufgebaut**
- **sehr viel weniger Bauteile**
- **keine regelmäßigen Ölwechsel**
- **wenige verschleißanfällige Teile** und die **Bremsbeläge** halten sehr viel länger als bei anderen Fahrzeugen.
- Der **Wartungsaufwand ist sehr viel geringer**
- Der **CO₂-Ausstoß** über die gesamte Lebenszeit ist auch beim europäischen Strommix **sehr viel geringer** als bei einem Verbrennungsmotor



Elektrofahrzeuge sind bei Herstellern, Werkstätten, Tankstellen und Ölindustrie sehr unbeliebt ...

Die Macht des Öls ...

Der Öl-Markt ist größer als alle Metall-Märkte weltweit zusammen. Und am Öl-Markt hängen weiterhin viele finanzstarke Handelsmärkte.



Warum nicht einfach weiter wie bisher?

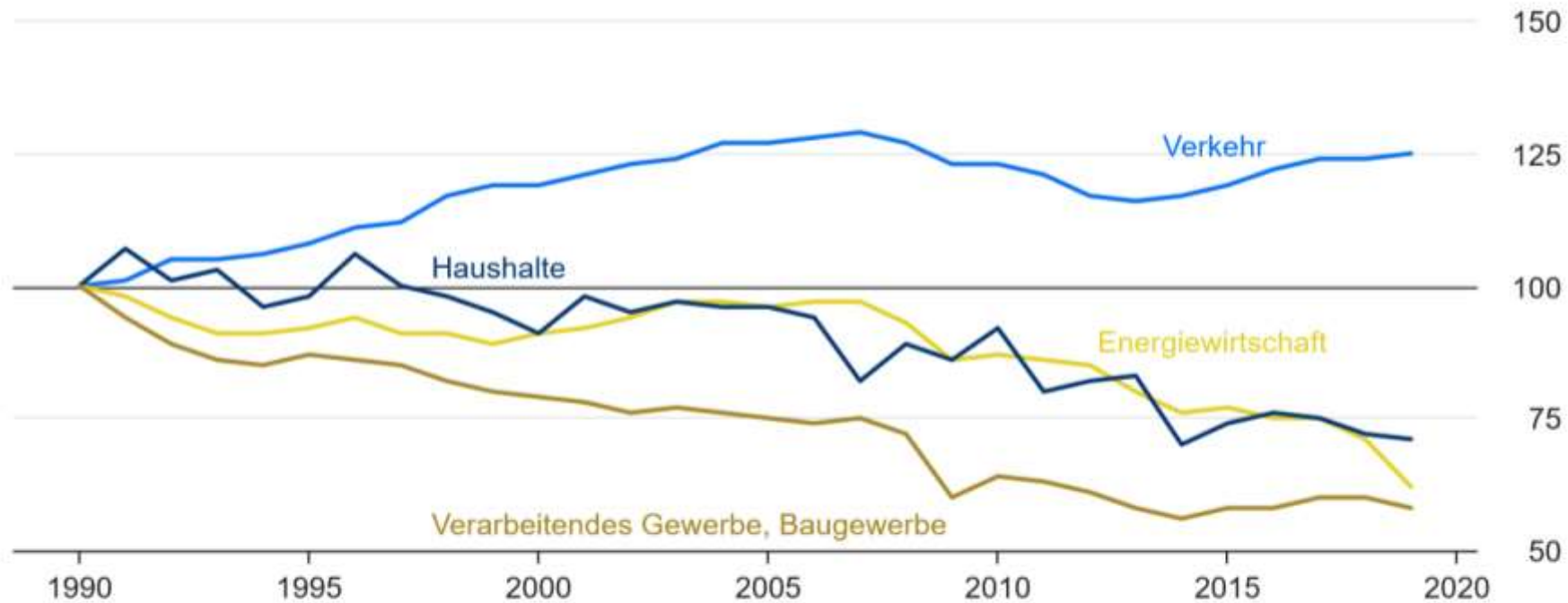
- Öl ist **zu schade zum Verbrennen**
- **Benzin- und Dieselfahrzeuge stoßen** sehr viel **CO₂** aus. Der Verkehrssektor trägt zu **20%** der Treibhausgasemissionen bei.
- Die **Benzin- und Dieselproduktion** ist sehr **umweltbelastend**: Förderung (insbesondere „Fracking“), Tankschiffe, Raffinerie, Vertrieb
- Die **Benzin- und Diesel-Produktion** verbraucht mehr Energie als sie herstellt. Für die Produktion von 6 Liter Diesel (für 100 km Reichweite) werden 42 kWh Primärenergie benötigt, damit kommt ein Elektroauto 200 Kilometer weit.
- **Abgase** schaffen in Städten gewaltige Probleme
- Verbrenner-Fahrzeuge sind **nicht effizient**: nur ein geringer Teil der Energie geht in den Antrieb (Benziner 10-30%, Diesel 20-35%), der Rest ist Abwärme.
- Ein Verbrenner-Fahrzeug kann **niemals nahezu schadstofffrei** genutzt werden.
- **Klimaziel und CO²-Flottenziele sind nicht erreichbar**

Quellen: siehe Quellenverzeichnis am Ende des Dokuments

CO₂-Ausstoß in der EU

Kohlendioxid ausstoß in der EU-27

Verbrennung von Brennstoffen in ausgewählten Sektoren, Index 1990 = 100



Quelle: European Environment Agency (EEA), Eurostat

© Statistisches Bundesamt (Destatis), 2024

CO₂-Reduzierung bei Diesel und Benzinern



CO₂-Ausstoß vs Feinstaubemissionen

- **Feinstaubemissionen** und **Stickoxide** sind nicht gleichzusetzen mit dem **CO₂-Ausstoß** von Kraftfahrzeugen
- **Stickoxide (NOx)** sind zusammen mit anderen **Feinstaubemissionen** verantwortlich für die **Schadstoffbelastung**.
- Stickoxide können in den aktuellen Fahrzeugmodellen durch Zugabe von Harnstoff (Add-Blue) meist **herausgefiltert** werden.
- Der **CO₂-Ausstoß** jedoch kann durch die Filterung **kaum beeinflusst** werden. Hier spielen vor allem der Verbrauch und damit **das Gewicht und die Fahrzeuggröße** eine entscheidende Rolle.

Warum ist ein Technologiewandel so kompliziert?



„Nichts ist so beständig wie der Wandel“

Philosoph Heraklit, der vor ca. 2500 Jahren lebte



Warum nicht einfach weiter wie bisher?

**„Das elektrische Licht
entstand nicht durch die
ständige Verbesserung
der Kerzen“**

Oren Harari



Nachhaltige Mobilität und Photovoltaik

Die Alternativen

Alternative Wasserstoff

- Einziger Vorteil im Vergleich zum reinen Elektroauto ist die scheinbar **höhere Reichweite**
- Die **Lagerung** ist sehr **aufwendig und energieintensiv**
- **Wasserstoff gibt es nur selten in der Natur!**
Seine Erzeugung und Speicherung kostet sehr viel Energie
- Nur Wasserstoff per Elektrolyse aus Wasser (in Trinkwasserqualität) mit 100% ökologischem Strom ist umweltfreundlich, dieser wird „**grüner Wasserstoff**“ genannt.
- Der größte Teil des aktuellen Wasserstoff-Bedarfs wird derzeit jedoch aus Erdgas hergestellt und als „**grauer Wasserstoff**“ bezeichnet.

• Quelle: <https://www.enbw.com/unternehmen/eco-journal/wasserstoff-aus-meerwasser.html>



Alternative Wasserstoff



Ein neuer Atlas zeigt, wo das größte Potenzial für die Produktion von "grünem" Wasserstoff und synthetischen Kraftstoffen besteht. © Fraunhofer IEE

Grüner Wasserstoff (und auch E-Fuels) können in Deutschland in nur sehr geringen Mengen hergestellt werden.

Den größten Teil müssten wir importieren.

<https://maps.iee.fraunhofer.de/ptx-atlas/>

Alternative Wasserstoff

- Das bestehende **Tankstellennetz ist ungeeignet** für die Wasserstoff-Verteilung.
- Wasserstoff ist **hochflüchtig** und kann nicht in Benzin- oder Dieseltanks gelagert werden.
- **Wasserstofftankstellen** und die Lagerung von Wasserstoff sind sehr teuer – der Preis für eine Tankstelle liegt bei etwa 1,4 Mio € (Anlage 600.000 €, Speicher 800.000 €)
- Wasserstoff ist **ineffizient** - nur knapp **25%** der Energie gehen in den Antrieb



Alternative Wasserstoff

- Wir werden für die Zukunft Wasserstoff in sehr **vielen Bereichen** einsetzen können:
 - **Stahl-/Metallverarbeitung**
(zum Glühen, Härten, Sintern)
 - **Chemieindustrie** (in Verbindung mit Ammoniak oder hydrierten Kohlenwasserstoffen)
 - **Glas** (Schutzatmosphäre für die Flachglas-Herstellung)
 - **Energie** (bsp. zur Kühlung großer Generatoren)
 - **Nahrung** (bsp. zur Hydrierung von Ölen und Fetten mit niedrigem Schmelzpunkt)
- Für den **PKW-Verkehr** jedoch ist Wasserstoff zu wertvoll



E-Fuels

- synthetischer Kraftstoff wird **aus Wasserstoff hergestellt**
- Nur ökologisch sinnvoll, wenn mit „**grünem Wasserstoff**“ produziert, sonst entsteht mehr CO₂, als bei Benzin- oder Dieselfahrzeugen.
- E-Fuels werden gerne **von der Automobilindustrie ins Spiel gebracht**, da weiterhin Verbrennungsmotoren verwendet und die bestehende Infrastruktur (Tankstellen, Verteilnetz) genutzt werden könnten.
- Eine **Massenproduktion** von E-Fuels **gibt es derzeit nicht!** Ein kommerzieller Einsatz wäre erst in einigen Jahren denkbar.
- Nach wie vor **lokaler Ausstoß von Abgasen**
- Der **Wirkungsgrad** ist sehr gering, und liegt bei nur **13-15%**



E-Fuels Verfügbarkeit

- Porsche hat vor kurzem zusammen mit Siemens eine E-Fuels-Anlage - **in Chile** in Betrieb genommen.
- Geplant ist eine Jahresproduktion zu Beginn von **130.000 Liter** E-Fuels, der Ausstoß soll **2024 auf 55 Millionen** Liter und **bis 2026 auf 550 Millionen** Liter gesteigert werden.
- Der Bedarf an Sprit betrug allein in Deutschland schon im Jahr **2019 42 Milliarden Liter**.
- Die E-Fuel-Produktion für Porsche ist **vor allem für deren Sportwagen** gedacht. Ab 2026 sollen **neue Porsche-Fahrzeuge** mit E-Fuels bedient werden können.
- Der **Preis pro Liter** wird voraussichtlich 2-3 Euro betragen – ohne Steuern und Abgaben – gesamt also **etwa 3 - 5 Euro**.
- Eine eklatante Produktion von E-Fuels in Deutschland wird auch auf Dauer nicht realisierbar sein. **E-Fuels müssen immer importiert werden.**

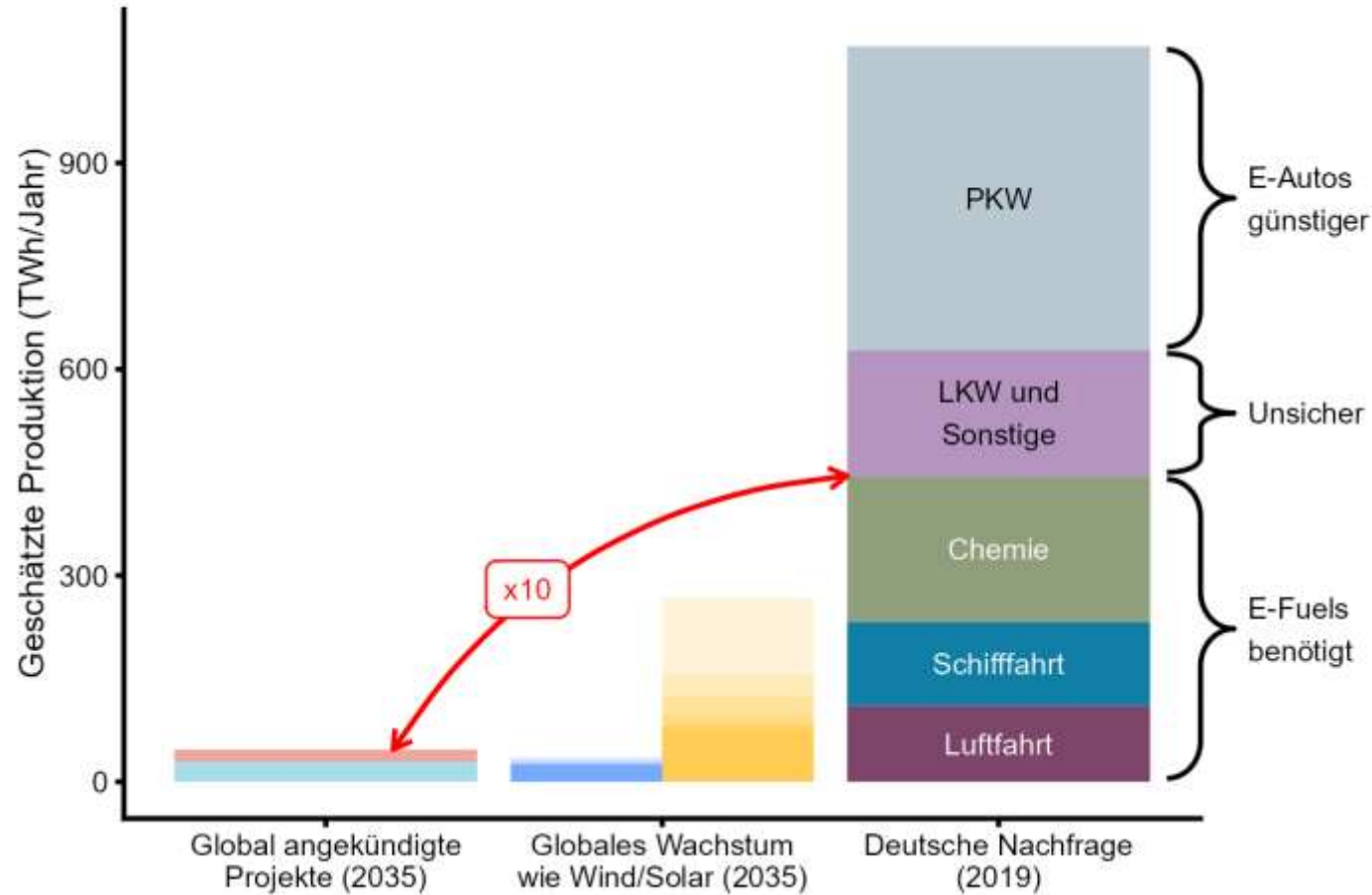


E-Fuels Verfügbarkeit



POTSDAM-INSTITUT FÜR
KLIMAFOLGENFORSCHUNG

Unsicheres globales E-Fuel Angebot vs. potentielle deutsche Nachfrage



<https://www.pik-potsdam.de/de/aktuelles/nachrichten/e-fuels-wahrscheinlich-noch-lange-knapp-pik-analyse-papier>

Der neue „nachhaltige“ Diesel HVO100

Was ist HVO100

- "Hydrotreated Vegetable Oils", kurz HVO: flüssiger erneuerbarer Kraftstoff, der zu den paraffinischen Dieselkraftstoffen gezählt wird.
- Bei der Herstellung kommen derzeit überwiegend **nachhaltige Rest- und Abfallstoffe** wie zum Beispiel Altspeisefette zum Einsatz.
- Durch eine katalytische Reaktion mit **Wasserstoff** werden die Pflanzenöle in **Kohlenwasserstoffe** umgewandelt und werden dadurch in ihren Eigenschaften an Dieselkraftstoff angepasst.
- Bei der **Verbrennung** von HVO wird zwar **ähnlich viel CO₂** freigesetzt wie bei herkömmlichem Diesel. Da dieses CO₂ jedoch aus **nachwachsenden Rohstoffen** stammt, ist die Klimabilanz besser - es kommen lediglich die Emissionen zum Tragen, die bei der **Herstellung des Kraftstoffs** angefallen sind. Zudem verbrennt HVO100 **geruchsärmer**, der **Ausstoß** von Feinstaub, Partikeln und Stickoxid **ist geringer**.



Der neue „nachhaltige“ Diesel HVO100

Kritik an HVO100

- Die Herstellung von HVO erfordert **Wasserstoff**. Bislang wird Wasserstoff allerdings noch zu großen Teilen aus **fossilen Energieträgern** gewonnen – und das dürfte sich auch so bald nicht ändern.
- Lokal sind nur **sehr geringe Mengen** an altem Frittierfett, Palmöl-Nebenprodukten oder Tierfett verfügbar. Nur **0,1%** der Grundstoffe kommen aus **Deutschland**, der Rest wird importiert.
- Der massenhafte Einsatz dieser Produkte berge ein hohes **Betrugsrisiko**, heißt es von der Deutschen Umwelthilfe. Und „ein Kraftstoff, für den altes Frittierfett **aus Asien** um den halben Globus transportiert wird, um dann hier in Pkw-Verbrennungsmotoren verheizt zu werden, ist **nicht nachhaltig**“
- Nach wie vor **lokaler Ausstoß von Abgasen**
- Der **Wirkungsgrad** ist vergleichbar mit Dieselkraftstoff, und liegt bei nur **20-30%**



Quelle: <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/verbraucher/hvo100-kraftstoff-diesel-tanken-100.html>

Umweltzerstörung



Kobalt für Elektroauto-Batterien

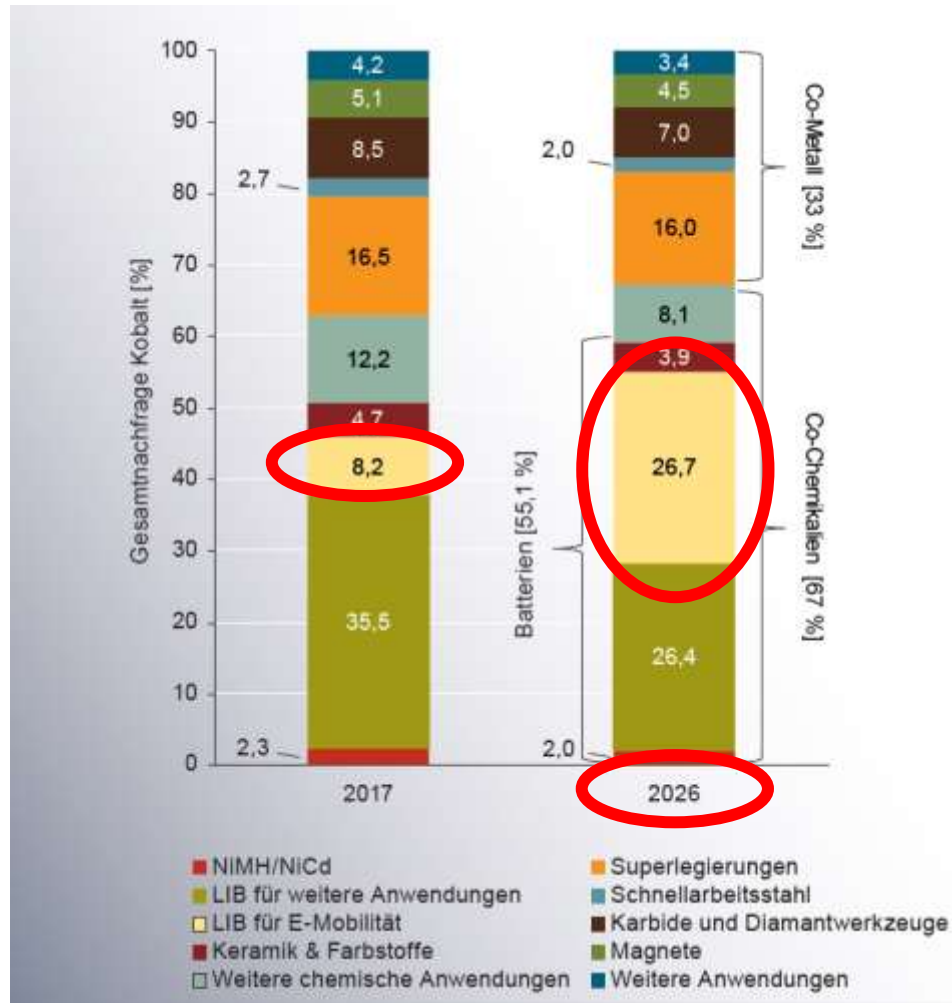


Bild: Deutsche Rohstoffagentur

Kobalt wird bereits seit langer Zeit vielfältigst verwendet. **Nur etwa 10%** des weltweit verbrauchten Kobalts wird derzeit **für Fahrzeugbatterien** verwendet.

Die **Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)** kontrolliert regelmäßig die Minen im Kongo gemeinsam mit einer Reihe anderer, international tätiger Organisationen. Nach ihrer Aussage werden 80% bis 90% des Kobalts von großen, internationalen Unternehmen abgebaut, **die sich in der Regel an die weltweit gültigen Vorschriften halten**. Von diesen Unternehmen beziehen alle namhaften Batteriehersteller ihr Kobalt.

Kinderarbeit gibt es in den übrigen, illegalen Familienbetrieben im **Kleinbergbau**, deren Kobalt überwiegend in chinesischen No-Name Billigprodukten aus dem Bereich der „**Jubelektronik**“ landet.

Aber selbst dort hat die BGR nach eigener Aussage **nur selten schwere Kinderarbeit** gefunden.

Zudem liefert der **Kongo lediglich 60%** der weltweiten Fördermenge an Kobalt. In anderen Abbaugebieten (vor allem in Australien im Untertageabbau) gibt es keine nennenswerten Probleme mit Kinderarbeit.

Lithium für Elektroauto-Batterien

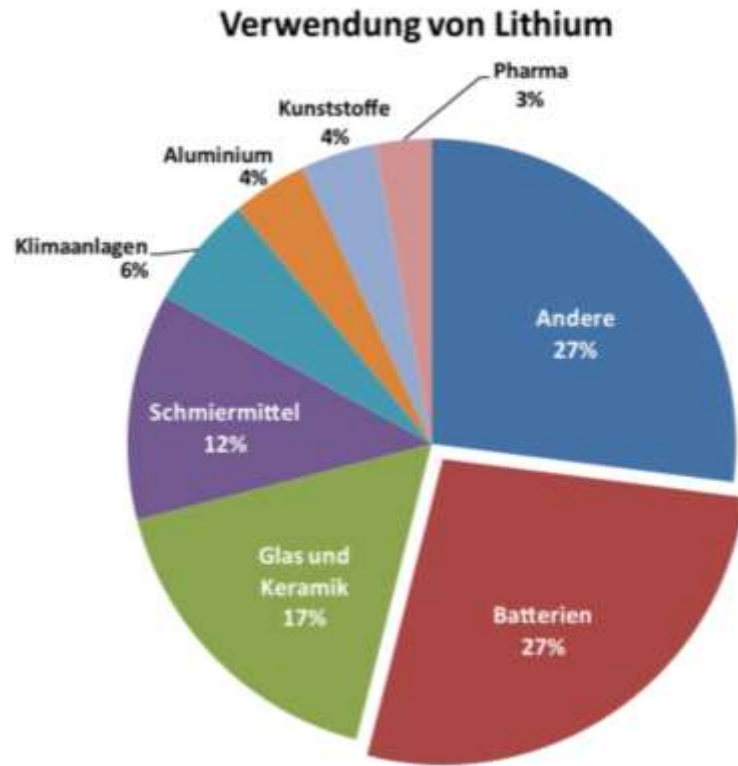


Diagramm: energiewende-rocken.org

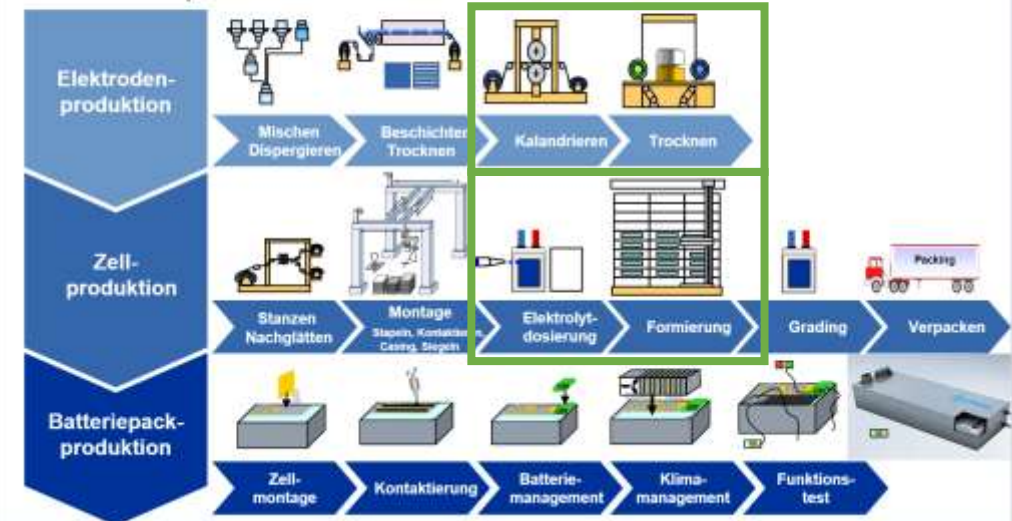
- **nur geringer Teil** des weltweit verbrauchten Lithiums wird für **Fahrzeug-Akkus** verwendet
- Lithium wird beispielsweise in Chile aus **Salzlauge** gewonnen, die man aus der Erde pumpt und dann verdunsten lässt. Dabei besteht die Gefahr der **Grundwasser-Absenkung**. Das Unternehmen SQM in Chile hat mittlerweile ein Wassermanagement umgesetzt, mit dem **ein Teil des Grundwassers durch Wasser aus dem Pazifik ersetzt wird**.
- Eine Studie der Forscherin Linda Ellingsen ermittelte 2014 für den Akku eines Ford Focus Electric (27 kWh) einen **Lithiumanteil von 19 Kilogramm**. Damit wäre ein mittlerer Akku im günstigsten Fall für einen Sole-Verbrauch von etwa 6.000 Litern verantwortlich – im ungünstigsten Fall für rund 30.000 Liter - berechnet mit veralteten Zahlen aus 2014.
- 6.000 Liter Wasser werden auch verbraucht für beispielsweise **500g Rindfleisch, 1.000 Blatt Papier, 2 Jeans oder 60 Tassen Kaffee**.
- Diesem Verbrauch stehen **10.000 bis 30.000 Liter Benzin oder Diesel** gegenüber, die über die Laufzeit in einen Verbrennungsmotor fließen.
- Die Gewinnung von Lithium aus Salzseen in Chile ist nur ein **Nebenprodukt**. Hauptprodukt ist Kalium. Daher wird es diese Form des Abbaus auch geben, wenn kein Lithium gewonnen würde.
- Mittlerweile ist **Australien** größter Lithiumproduzent. Hier wird im Bergbau abgebaut.

Elektroautobatterie

Batterieproduktion

- Neben den verwendeten Rohstoffen steht auch die **Batterieproduktion** oft in der Kritik.
- Vor allem der sehr **hohe Energieverbrauch** wird bemängelt, der einer Elektroauto-Batterie einen sogenannten „**CO₂-Rucksack**“ mitgibt.
- Wird der Strom bei der Batterie-Produktion allerdings **nachhaltig** mit Photovoltaik oder Windkraft erzeugt, so fällt nur minimal CO₂ bei der Produktion an und die **Batterieproduktion ist weniger umweltbelastend**.
- Fast alle großen **Fahrzeughersteller** haben mittlerweile in Ihren **Lieferverträgen** mit Batterieherstellern die Verwendung von **nachhaltig erzeugter Energie** festgeschrieben. Welche Mengen tatsächlich nachhaltig erzeugt werden, lässt sich kaum sagen, da die Unternehmen keine konkreten Daten preisgeben.

Produktionsprozess für die Li-Ion-Batterie

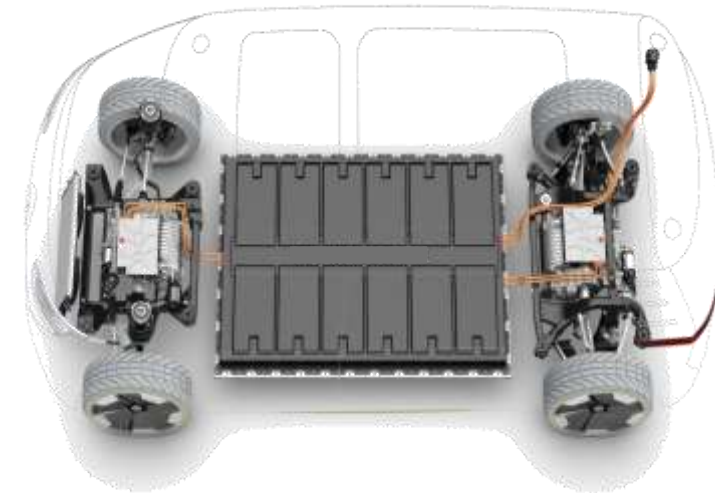


Frei verwendbar / © Siemens AG 2013. Alle Rechte vorbehalten.

Elektroautobatterie - Lebensdauer

Batterielebensdauer

- Ein in der Fahrzeugsoftware integriertes softwaregesteuertes „**Batteriemanagement**“ gewährleistet eine optimale Nutzung der Batterie.
- Meist langfristige **Garantien der Hersteller von 5 bis 10 Jahren**
- Es gibt bereits etliche E-Fahrzeuge mit **300.000 Kilometern** Fahrleistung und mehr.
- Batterie langsam laden und nur bis **max. 80%** der Gesamt-Kapazität (lässt sich meist im Fahrzeugmenü einstellen) erhöht die Lebensdauer



Elektroautobatterie - Weiterverwendung

Batterie „Second Live“

- Batterien unter 70% der ursprünglichen Kapazität können beispielsweise in **Hausspeichern** weiterverwendet werden. Auch AUDI nutzt „alte“ Batterien als **Speicher bei Ladesäulen**.

Batterierecycling

- Batterien können sehr gut **recycelt** werden.
- Technisch möglich sind für eine einzelne Batterie bis zu **98% Wiederverwertung** (Fa. Duesenfeld, Wendeburg, NRW), **95%** (Fa. Hydrovolt, Fredrikstad bei Oslo, Norwegen). Wirtschaftlich sinnvoll sind derzeit etwa 50%, da die Neugewinnung von Rohstoffen aktuell noch günstiger ist, als das Recycling.



Fred Schulze, Leiter Audi Werk Neckarsulm AUDI AG, Dr. Georg Stamatelopoulos, Vorstand Nachhaltige Erzeugungs-Infrastruktur EnBW Energie Baden-Württemberg AG, Winfried Hermann, Minister für Verkehr des Landes Baden-Württemberg, Harry Mergel, Oberbürgermeister der Stadt Heilbronn. Bildquelle: EnBW/Fotograf ARTIS-Uli Deck
Quelle: <https://www.enbw.com/unternehmen/presse/audi-und-enbw-kooperieren-bei-batteriespeichern.html>

Brennen Elektroautos häufiger?

Es ist ein Mythos, der sich hartnäckig hält: Elektroautos sollen häufiger brennen, als Diesel und Benziner.

- Elektroautos brennen seltener als Verbrenner
- Häufig brennt nicht die Fahrzeugbatterie, sondern andere Teile des Fahrzeugs, beispielsweise das Kühlmittel
- Die Fahrzeugbatterie ist besonders gegen Crashes geschützt, die Wahrscheinlichkeit eines Brandes bei einem Unfall ist gering

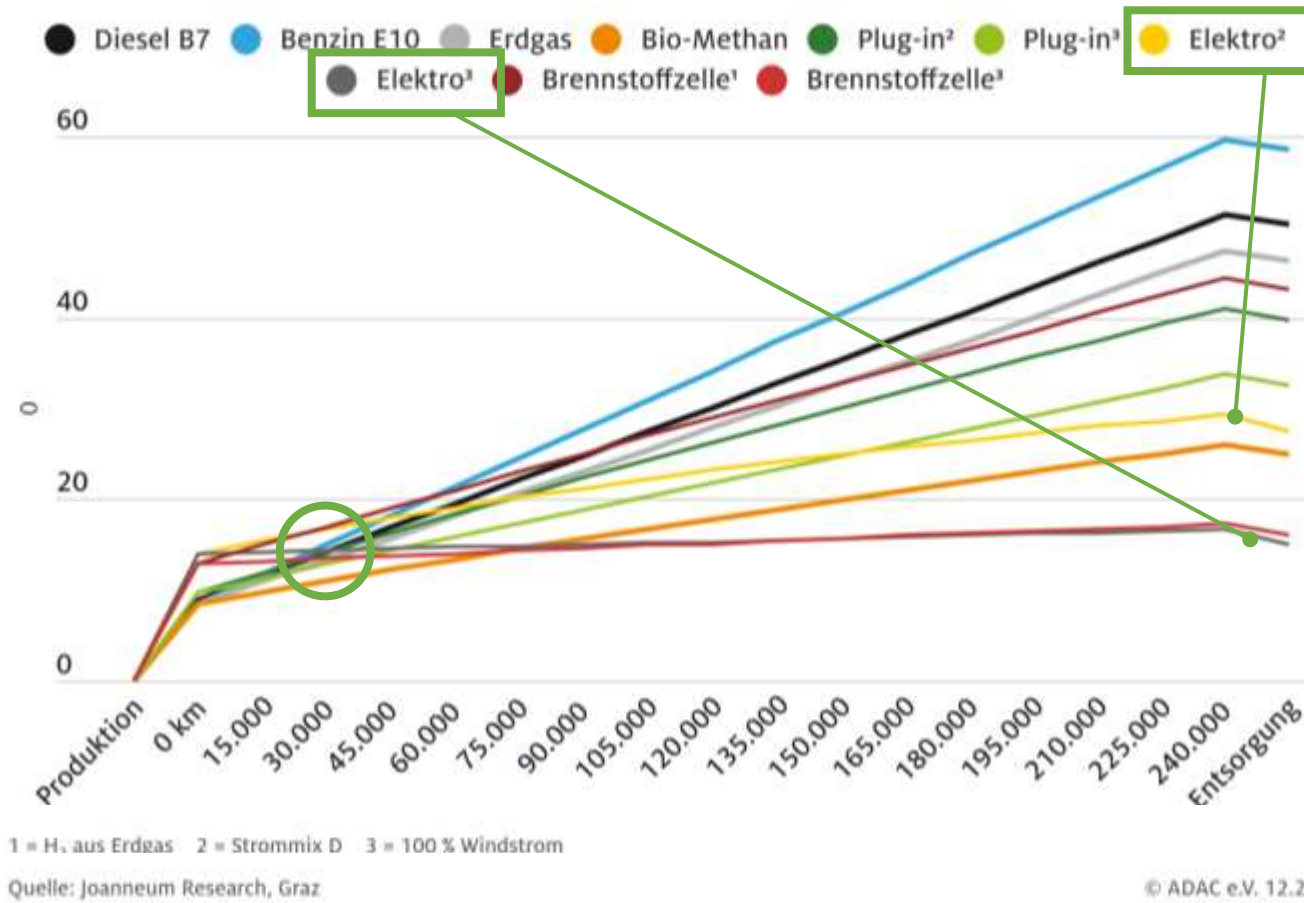
Aber

- Das Löschen ist aufwendiger, auch wenn die Feuerwehren mittlerweile sehr gut dafür vorbereitet sind.



CO₂-Bilanz

CO₂-Äquivalent (in Tonnen)



Lebenszyklusanalyse des ADAC aus dem Jahr 2022

- Im Vergleich zu Benzin und Diesel kann das mit **Strommix** betriebene Elektroauto seine Vorteile nach circa **45.000 bis 60.000** Kilometern ausspielen. Die aufwendigere Produktion der Batterien, die einen größeren "Treibhausgas-Rucksack" mit sich bringt, kann über die Zeit der Fahrzeugnutzung somit relativ schnell amortisiert werden. Für den Strommix wurden **Daten aus 2022** verwendet. Damals lag der Anteil an Strom aus erneuerbaren Energien bei 49%. Aktuell liegt dieser Wert bei 63%
- Bei Nutzung von **regenerativem Strom** (Wind) erfolgt die Amortisation der höheren Treibhausgas-Emissionen aus der Produktion bereits nach circa **25.000 bis 30.000** Kilometern gegenüber Benzinern bzw. Diesel.

<https://www.adac.de/verkehr/tanken-kraftstoff-antrieb/alternative-antriebe/klimabilanz/>

Vergleich der Effizienz verschiedener Energie- und Antriebsarten

		Direkte Stromnutzung Elektroauto (BEV - Battery-Electric-Vehicle)	Wasserstoff Fahrzeug mit Brennstoffzelle (FCEV - Fuel Cell Electric Vehicle)	E-Fuel Fahrzeug mit Verbrennungsmotor (ICE - Internal Combustion Engine)
		100 % erneuerbare Energie	100 % erneuerbare Energie	100 % erneuerbare Energie
Well to Tank	Elektrolyse		30% Energieverlust	30% Energieverlust
	CO2-Abscheidung FT-Synthese			37% Energieverlust
	Transport, Speicherung und Verteilung	5% Energieverlust	26% Energieverlust	
Effizienz der Energieproduktion		95%	52%	44%
Tank to Wheel	Wechselstrom zu Gleichstrom	5% Energieverlust		
	Ladeverluste während Ladevorgang	5% Energieverlust		
	Umwandlung Wasserstoff zu Strom		50% Energieverlust	
	Gleichstrom zu Wechselstrom	5% Energieverlust	5% Energieverlust	
	Effizienz Motor	10% Energieverlust	10% Energieverlust	70% Energieverlust
Gesamteffizienz		73%	22%	13%

Quelle: WTT (UBST, IEA, Worldbank), TTW, Transport & Environment, grafische Umsetzung T&E und Thomas Ströbel

Vergleich der Energienutzung (bei 20 kWh eingesetzter Energie)

Elektroauto

(BEV - Battery Electric Vehicle)



100 km –

Brennstoffzellenfahrzeug (Wasserstoff)

(FCEV - Fuel Cell Electric Vehicle)



48 km -

Diesel-, Benzin-, eFuel-, Biomethan-Fahrzeug

(ICE - Internal Combustion Engine)



—16 km—

Ein Elektroauto gewinnt durch Rekuperation

Durch die Energierückgewinnung beim „Bremsen“ mit dem Motor (Rekuperation) werden bis zu 60% der zum Beschleunigen eingesetzten Energie zurückgewonnen.

Dadurch geht das Elektroauto sehr viel sparsamer mit der Energie um. Zusätzlich zur hohen Effizienz eines Elektroautos bringt dies zusätzliche Reichweite.

Quelle: Zukunft-Mobilitaet.net

Vergleich der Antriebsarten

	CO ₂ -äq. Emissionen gesamt ¹ (in g/km, Golfklasse mit Gesamtleistung 240.000 km)	Primärenergie- bedarf ¹ (in kWh/km) bei Gesamtleistung 240.000 km)	Möglichkeit weitgehend nachhaltiger Produktion	Verfügbarkeit Neufahrzeuge / Energie aktuell / 2030 / 2035		Verfügbarkeit Gebrauchtwagen / Energie aktuell / 2030 / 2035		Vorteile	Nachteile
Diesel	209	0,83	nein	sehr hoch	nicht verfügbar	sehr hoch		- Verfügbar - hohe Reichweite - schnelles Tanken - bekannte Technik	- sehr hoher CO ₂ -Ausstoß - hoher Energiebedarf - keine Möglichkeit zu nachhaltiger Produktion
Elektro Strommix / Windkraft	115 62	0,59 0,44	ja	hoch	sehr hoch	gering	hoch sehr hoch	- sehr geringer CO ₂ -Ausstoß - sehr geringer Energiebedarf - mittelfristig vollständig aus nachhaltiger Produktion - keine lokalen Schadstoffe	- kaum Kleinwagen - kaum Gebrauchtwagen - mäßige Reichweite - Ladegeschwindigkeit - noch teuer
Wasserstoff aus Erdgas / aus Wasser per Elektrolyse	179 67	1,7 0,79	ja	grüner H ₂ nicht verfügbar	gering ???	grüner H ₂ nicht verfügbar	gering ???	- hohe Reichweite - schnelles Tanken	- grüner H ₂ nicht verfügbar - kaum Tankstellen - sehr wenige Fahrzeuge - hoher Platzbedarf für Tanks - nur Import
eFuel Diesel² H₂ aus Erdgas / H₂ aus Wasser per Elektrolyse	189 77	1,74 1,26	ja	nicht verfügbar		nicht verfügbar		- Fahrzeuge verfügbar - hohe Reichweite - schnelles Tanken - bekannte Technik	- eFuels werden sehr lange Zeit nicht für PKW verfügbar sein - nur Import

¹ Die CO₂-äq. Emissionen gesamt und der Primärenergiebedarf umfassen auch die Produktion der Fahrzeuge, der Batterie und der Energie, sowie die komplette Entsorgung der Fahrzeuge

² der Wert für eFuel Diesel mit H₂ aus Erdgas wurde rechnerisch ermittelt

Quelle: ADAC / JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft, Graz, 12/2022

Vorteile und Nachteile eines Elektroautos

Vorteile

- + Umweltfreundlich, Klimaschutz
- + Geringere Treibstoffkosten
- + Keine Fahrverbote
- + Privilegien
- + Steuervorteile
- + Laufende Kosten
- + Modernität
- + Gutes Öko-Gewissen
- + Wenig Lärm
- + Jährlicher Zusatzverdienst (THG-Quote)
- + Werden auch nach 2035 in der EU zugelassen

Nachteile

- Hoher Anschaffungspreis
- Noch nicht optimale Ladeinfrastruktur
- Beschränkte Reichweite
- Temperaturabhängige Akkus
- Keine Fahrgeräusche (Fußgänger)
- Lange Lieferzeiten

Ist das Stromnetz für Elektroautos geeignet?



Gehen die Lichter aus wenn alle laden?

- Die meisten Ladevorgänge erfolgen **zu Hause oder am Arbeitsplatz mit geringer Ladeleistung von 2 bis 11 kW**. Das teilweise beschriebene Horrorszenario, dass alle Elektrofahrzeuge gleichzeitig am Schnelllader mit über 250 kW einstecken, ist nicht gegeben.
- EnBW und EON erklärten bereits im August 2019, dass sowohl der Strombedarf, als auch die Netzstruktur schon jetzt für etwa **13 Mio Elektroautos** machbar ist.
- Wenn die aktuelle Zahl von **1,3 Millionen Elektroautos** in Deutschland **10x so hoch** wäre, würde das einen Strom-Mehrbedarf von **etwa 5%** ergeben.
- Unabhängig davon sollten **intelligente Ladenetze** und ein Ausbau der **regenerativen Energien** vorangebracht werden.

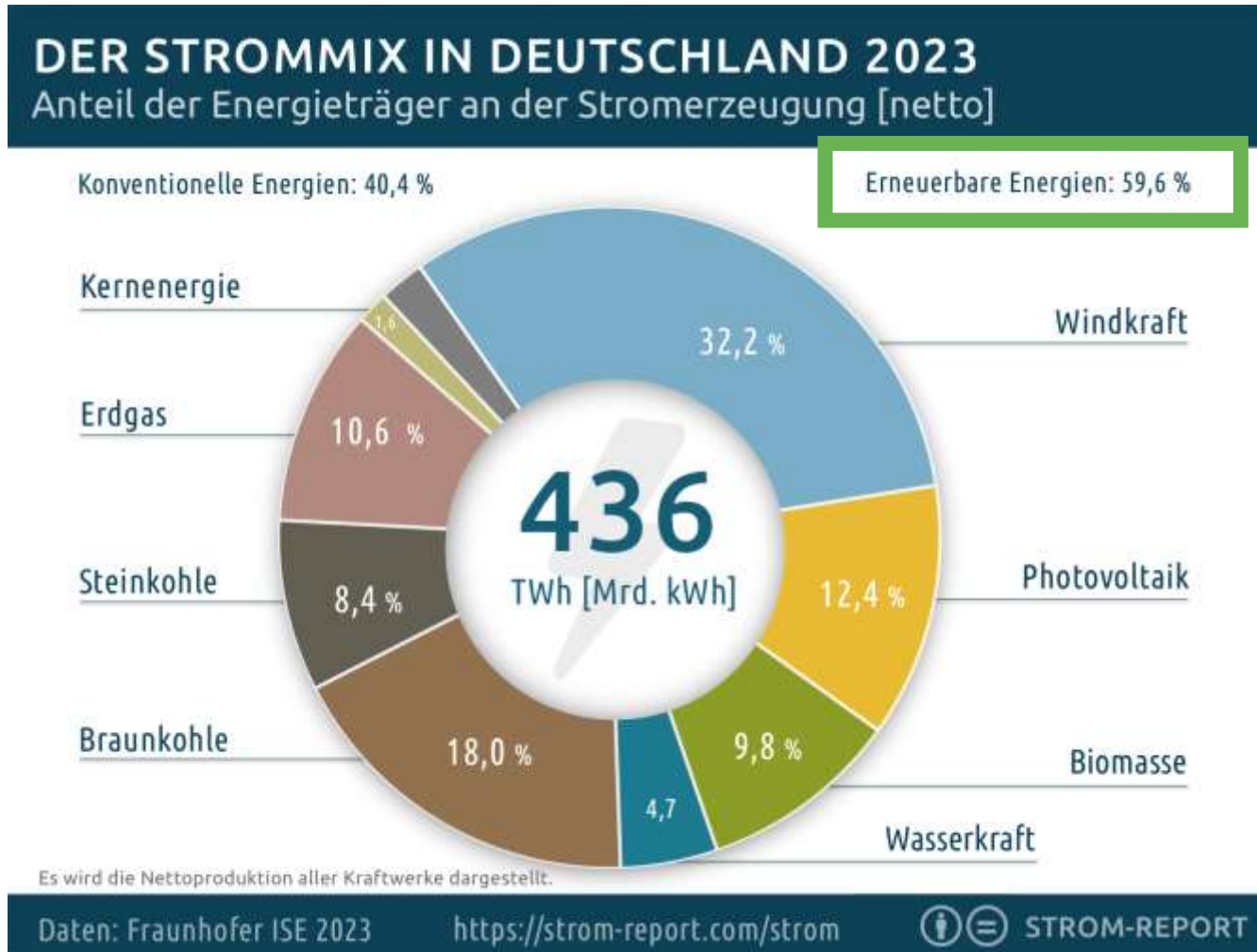
<https://www.enbw.com/blog/elektromobilitaet/laden/ist-das-stromnetz-den-e-autos-gewachsen/>

Und die Energiewende ...

- Wenn wir die **bisherige Stromerzeugung** durch Kohle, Erdöl und Atomkraft umstellen wollen auf alternative, saubere, sichere und bezahlbare Energiegewinnung bedeutet dies eine große Anstrengung.
- Als **ökologische Energien** können genutzt werden: Wasserkraft, Windkraft, Biogas, Erdwärme, Solarwärme und Photovoltaik
- Diesel- und Benzinfahrzeuge, Kohle- und Gaskraftwerke sind nicht sehr effizient. Bei Umstellung auf alternative hocheffiziente Energieerzeugung kann der **Energiebedarf halbiert** werden.
- Die meisten Windkraftanlagen sind bereits älter und haben eine relativ geringe Nennleistung von etwa 300 kW. Neue Windkraftanlagen bieten eine **Nennleistung von bis zu 6.200 kW**. Bei Ersatz der aktuell 30.000 Windräder durch moderne Windkraftanlagen + etwa 3.000 neue Anlagen könnte damit fast die Hälfte des künftigen Energiebedarfs erzeugt werden.
- Wir haben auf den Dächern und ungenutzten Kulturflächen genügend Platz, um im Prinzip den gesamten Energiebedarf Deutschlands mit **Photovoltaik** decken zu können. Der Großteil der Flächen muss dringend genutzt werden.
- Genauso dringend müssen Möglichkeiten geschaffen werden, Energie kurz- und langfristig zu speichern. Hier bieten sich viele Techniken an: **Batteriespeicher, Salzspeicher, Luftspeicher, Bewegungsspeicher, und ... Elektroautos**



Ist der Strommix in Deutschland ökologisch?



Aktuelle Stromerzeugung Deutschland – Strommix 2023

Energieträger	in TWh = Mrd. kWh
Braunkohle	77,5 TWh
Steinkohle	36,1 TWh
Kernenergie	6,7 TWh
Erdgas	45,8 TWh
Andere	9,6 TWh
Erneuerbare	260 TWh
davon sind	
Windenergie	138,6 TWh
Photovoltaik	53,5 TWh
Biomasse	42,2 TWh
Wasserkraft	20,4 TWh
Andere	5,2 TWh
Stromerzeugung ges.	436 TWh

Quelle: Fraunhofer ISE, Stand 01.01.2024

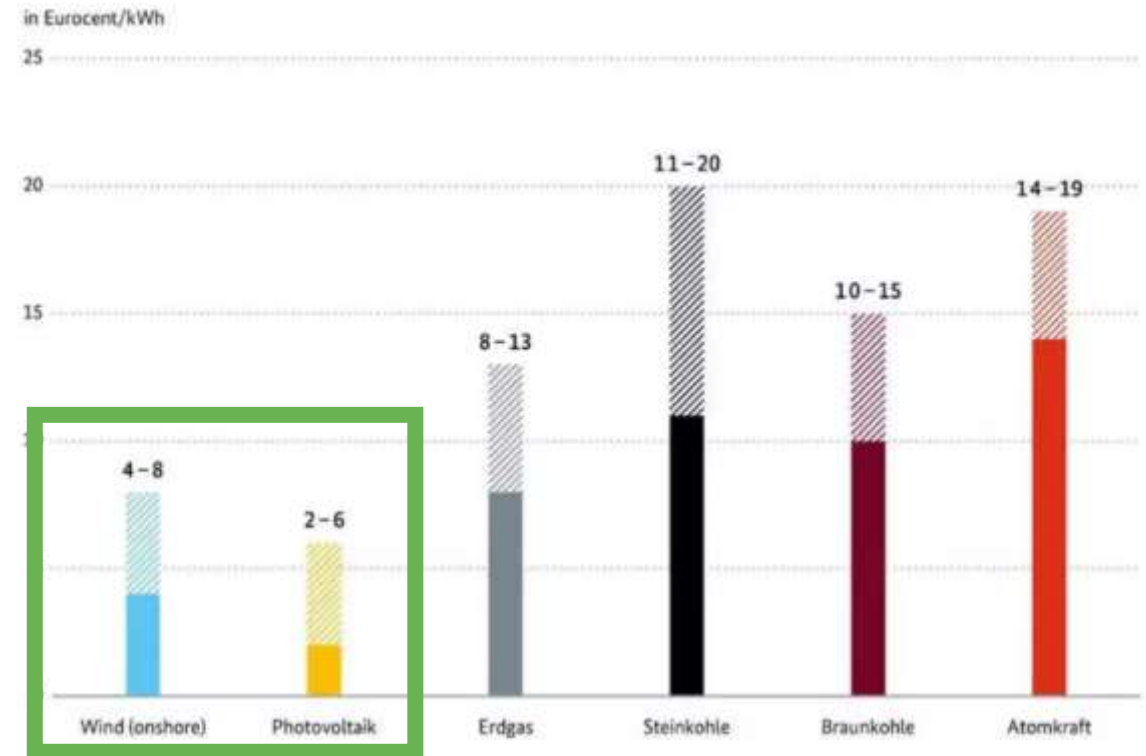
Infografik „Der Strommix in Deutschland 2023 [Netto]“ von STROM-REPORT.de

Ist Strom nicht zu teuer?

Welche ist die günstigste Energiequelle?

- **Photovoltaik und Wind** sind aktuell bei den reinen Stromproduktionskosten die **günstigste** Form der Stromerzeugung in Deutschland.
- Erläuterung: Stromgestehungskosten sind die Kosten, die bei der Stromproduktion anfallen [Stand 2021]. Externe Folgekosten, wie Schäden für Umwelt oder Gesundheit wurden bei der Bestimmung der Stromgestehungskosten des Fraunhofer Instituts nicht berücksichtigt. Sie kommen im Vergleich noch einmal oben drauf. **Der Kauf von CO₂-Emissions-Rechten wurde berücksichtigt**, wenn auch nicht zu den aktuell hohen Preisen von 80 € pro Tonne.

Was kostet Stromerzeugung in der EU mit neuen Großkraftwerken?



Quellen: Fraunhofer ISE, UBA, DIW; Stand 2021.

Grafik, Datenquelle Fraunhofer ISE 2021

Ein Planspiel

- Was wäre, wenn wir alle **Braunkohlekraftwerke** abschalten würden?
- Wir bräuchten dann ja auch nicht mehr den **Braunkohleabbau** – oder?
- Und wenn wir dann auf der freien Fläche **Windkraftwerke und Photovoltaikanlagen** installieren – bringt das was?



Nachhaltige Mobilität und Photovoltaik

Wie funktioniert ein Elektroauto?

Wie wird ein Elektroauto gestartet

Der **Motor eines Elektroautos** läuft erst, wenn das Fahrzeug fährt.

Das Elektroauto muss jedoch „**aktiviert**“ werden und Sie müssen sich als Fahrer „**legitimieren**“.

Teilweise erfolgt die Legitimation durch eine **Chipkarte** oder herkömmliche **Schlüssel** die eingesteckt werden oder bereits bei Annäherung erkannt werden.

Aktiviert wird das Fahrzeug oft über einen „**Start**“-**Knopf** oder es muss lediglich kurz das **Bremspedal** betätigt werden.

Fast alle **Elektroautos** kommen **ohne Getriebe** aus, es gibt also nur die Fahrstufen **Parken, Neutral, Fahren und Rückwärts**.

Diese Fahrstufen werden an einem Wählhebel in der Mittelkonsole oder an der Lenksäule ausgewählt. Dabei muss meist **gleichzeitig die Fußbremse getreten** werden.

In der Parkstufe ist oft automatisch die **Parkbremse** aktiviert.



Die Energie im Auge behalten

Auch wenn das **Laden eines Elektroautos** relativ schnell gehen kann, braucht es doch deutlich länger als das Tanken eines Benziners oder Diesels.

Daher sollte vor Fahrtantritt und auch während der Fahrt die **Batterieladung und der jeweilige Verbrauch** im Auge behalten werden.

Die Kombi-Instrumente in Elektroautos zeigen daher meist sehr übersichtlich den aktuellen **Ladezustand und Verbrauch** an. Wie beim Benzin- oder Diesel erfolgt eine zusätzliche Warnung wenn der Ladezustand unter ein **Minimum (meist 10%)** fällt. Es sollte spätestens dann eine Lademöglichkeit in der Nähe verfügbar sein.

Beim Verbrauch wird nicht nur der aktuelle Energieverbrauch, sondern auch die **Energierückgewinnung** beim Bremsen oder Bergabfahren angezeigt.



Fahrzeug Apps

Alle Hersteller bieten zu Ihren Fahrzeugen passende **Smartphone-Apps** an mit denen mehr oder weniger Funktionen des Elektroautos angezeigt oder eingestellt werden können.

Meist können Status und Zustand des Fahrzeugs angezeigt und oft auch geändert werden: **geparkt, in Fahrt, Batterie-Ladezustand, Türen/Fenster geschlossen, Temperatur innen/außen ...**

Auch besteht häufig die Möglichkeit, über die App **Service-Termine** abzufragen und zu vereinbaren. Meist ist auch eine Landkarte integriert, auf der die **Servicestellen** des Herstellers und auch **Ladesäulen-Standorte** angezeigt werden können.

Eine nützliche Funktion ist das **Starten und Beenden von Ladevorgängen** und das Vorplanen von **Heizung oder Klimaanlage**, so dass das Fahrzeug bei Fahrtantritt geladen und angenehm temperiert ist.

(Jedes Elektroauto hat eine Standheizung und Klimaanlage)



Rekuperation beim Elektroauto



Beim **Beschleunigen und Bergauffahren** wird viel Energie benötigt, die vom Akku über den Elektromotor an den Antrieb abgegeben wird.

Beim **Bremsen und steilen Bergabfahrten** wird der Elektromotor für die Verzögerung genutzt. Die dabei zurückgewonnene Energie wird wieder in die Batterie eingespeist. **Bis zu 2/3 der eingesetzten Energie kann zurückgewonnen werden**

Segeln mit dem Elektroauto

Bei vielen Elektrofahrzeugen kann die **Stärke der Rekuperation** in mehreren Stufen eingestellt werden

1. Eine **geringe Rekuperation** ergibt eine **geringe Verzögerung**, wenn der Fuß vom Strompedal genommen wird. Dies wird auch als „**Segeln**“ bezeichnet.
2. Bei einer **starken Rekuperation** verzögert das Fahrzeug **merklich**, wenn der Fuß vom Strompedal genommen wird. Es fühlt sich fast an, als ob das **Bremspedal** genutzt würde.

Auch wenn die Rekuperation auf einer starken Stufe eingestellt ist, kann **gesegelt** werden. Dazu einfach den Fuß nur leicht vom Strompedal nehmen, so dass das Fahrzeug **scheinbar weiterrollt**, also „segelt“.



One-Pedal-Drive

Bei einer **vorausschauenden Fahrweise** kann durch lediglich die Nutzung des Strompedals gefahren werden, zum „Bremsen“ wird einfach **der Fuß vom Strompedal genommen** und die Verzögerung durch die **Rekuperation** reicht meist aus, um Geschwindigkeitsunterschiede im Verkehrsfluss auszugleichen.

Dies ist zumindest anfangs gewöhnungsbedürftig, wird aber schnell zur **Gewohnheit**.



Bei manchen Fahrzeuge kann eingestellt werden, dass sie **bis zum Stillstand abbremsen**, wenn der Fuß vom Strompedal genommen wird. Dadurch kann nahezu ohne Nutzung des Bremspedals gefahren werden, also mit nur **einem Pedal**. Beim Abbremsen bis zum Stillstand wird vom Fahrzeug jedoch auch ohne das Bremspedal die mechanische Bremse genutzt.

Beim Bremsen mit dem Bremspedal wird übrigens bei fast allen Fahrzeugen **zuerst über die Rekuperation gebremst** und erst, wenn eine stärkere Verzögerung benötigt wird, die mechanischen Bremse zugeschaltet.

Ein Elektroauto ist leise

Ein **Elektroauto ist sehr leise** - während der Fahrt ist meist nur ein leises „Surren“ zu hören.

Dieses leise Fahren birgt jedoch die **Gefahr**, dass ein Elektroauto **nicht wahrgenommen** wird und dadurch vor allem für Fußgänger zur Gefahr werden kann.

Daher sind alle Elektroautos seit dem Baujahr 2021 mit einem **AVAS (Acoustic Vehicle Alerting System)** ausgestattet, welches bei Geschwindigkeiten von 20 - 30 km/h ein **künstliches Geräusch** erzeugt, um auf das Fahrzeug aufmerksam zu machen.

Ab einer Geschwindigkeit von 20 - 30 km/h sind die **Roll- und Windgeräusche** des Fahrzeuges laut genug, um diese Rolle zu übernehmen.



Nachhaltige Mobilität und Photovoltaik

Das Elektroauto in der Praxis

Bisher: zum Tanken fahren



Zuhause tanken



**Wäre es nicht
praktisch,
zu Hause eine
Tankstelle zu
haben?**

Unterschied Tanken zu Laden



- Ich muss beim Tanken am Auto sein und kann nichts anderes machen



- Nach dem Einstecken des Ladekabels kann ich etwas anderes tun:
Schlafen, Arbeiten, im Restaurant essen, im Garten arbeiten, ...

Unterschied Tanken zu Laden



Strategie beim Tanken:

- Immer, wenn die Tankfüllung zur Neige geht, zur Tankstelle fahren und wieder volltanken.
- Benötigte Zeit: wenige Minuten, eben so lange, wie der Tankvorgang benötigt



Strategie beim Laden:

- **Sobald ein Stromanschluss zur Verfügung steht wird geladen (ähnlich wie bei einem Smartphone).**
- Dadurch steht in 90% der Fälle ein geladenes Auto zur Verfügung
- Benötigte Zeit: wenige Sekunden zum Einstecken
- **Nur auf Langstrecken muss - ähnlich dem Tankvorgang - auf das Laden gewartet werden**

Zuhause laden



- Heimkommen
- Ladekabel anstecken
- Ladevolumen einstellen
- schönen Abend haben
- geladenes Auto am nächsten Tag

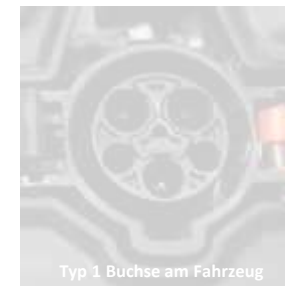
Ladesysteme

Die Stecker und Buchsen zum Laden von Elektroautos sind **genormt**. Es kommen fast nur noch **zwei Systeme** zum Einsatz.

Fast alle Elektroautos haben das **Typ 2-Steckersystem** verbaut, mit dem die Fahrzeuge über **Wechselstrom** geladen werden können.

Als Ergänzung dazu kommt häufig das **CCS-System** zum Einsatz, bei dem das Typ 2-System mit zwei **Hochstrom-Buchsen** erweitert wird. Mit dem CCS-System kann **Gleichstrom** mit hohen Strömen sehr schnell geladen werden.

Bei nur noch wenigen (meist älteren japanischen) Fahrzeugen wird das **ChaDeMo-System** verwendet und bei noch älteren Fahrzeugen kommt das **Typ 1-Stecksystem** zum Einsatz



Ladekabel

Für das Laden an AC-Ladesäulen und an der heimischen Wallbox wird ein **eigenes Ladekabel** benötigt. Diese Ladekabel sind genormt und durch die Steckgeometrie ist ein **versehentliches Falsch-Anschließen nicht möglich**.

Für die Nutzung mit den meisten Elektroautos ist auf der **Fahrzeugseite** des Kabels ein **Typ 2-Stecker** angebracht.

Auf der anderen Seite ist je nach Anwendung auch ein **Typ 2-Stecker** angebracht zum Laden an Standard-Ladesäulen und Wallboxen mit bis zu 22 kWh oder aber in Zusammenhang mit einem Ladestrombegrenzer ein **Haushalts-Stecker** oder alternativ ein **Drehstrom-Stecker** zum Laden an einer Haushalts- oder Drehstrom-Steckdose.



„Notladeziegel“

Wie lade ich zuhause und während der Arbeit?

- Einfach einstecken, wenn das Auto steht
- Zuhause laden
 - Mobiles Ladegerät an **Haushaltssteckdose** (ca. 2-3 kW)
 - Mobiles Ladegerät an **Drehstromsteckdose** (ca. 7 kW)
 - Wandladestation / **Wallbox** (7 – 22 kW)
- Während der Arbeit laden
 - Meist per Wandladestation / **Wallbox** (7 – 22 kW)
(keine Versteuerung des geldwerten Vorteils)
- **Geladen wird mit Wechselstrom (AC)**



Der Ladevorgang zuhause oder an der Arbeitsstelle

Laden starten

- **Ladeklappe** am Auto **entriegeln** **Ladekabel** am Auto **einstecken**
- **Ladekabel** an der Wallbox / Steckdose **einstecken**
- Der Stecker ist während des Ladevorgangs **verriegelt** und lässt sich in der Regel nicht abziehen. Mit dem Fahrzeug kann nicht gefahren werden, während ein Stecker gesteckt ist.

Laden beenden

- Den **Ladevorgang** mit dem Fahrzeugschlüssel, der Smartphone-App oder im Fahrzeug **beenden** und Ladestecker **entriegeln**
- **Ladekabel** an der Wallbox / Steckdose **abziehen**
- **Ladekabel** am Auto **abziehen** und Ladeklappe schließen



Wie lade ich an Ladesäulen?

- **Standardladesäulen** bieten verschiedene Ladeanschlüsse.
 - CCS (Schnell-Laden mit **Gleichstrom** (DC) bis 400 kW)
 - Teilweise Typ 2 (**Wechselstrom** (AC) bis 22 kW)
 - Nur noch sehr selten: CHAdeMo und Haushaltssteckdosen-Anschlüsse
- Die Abrechnung erfolgt entweder durch den **Ladesäulenbetreiber** oder durch einen autorisierten **Ladekartenanbieter**
- Gut zu wissen: **Tesla** hat ein eigenes Ladenetzwerk mit eigenständiger Abrechnung, dieses kann mittlerweile jedoch auch von Fremdmarken genutzt werden.



Der Ladevorgang an einer Ladesäule

Grundsätzliches

- Die Kosten für das Laden an einer Ladesäule werden **ausschließlich digital** abgewickelt.
- Teilweise kann mit **EC-Karte** bezahlt werden (seit 2024 Vorgabe für neue Säulen), meist werden jedoch sogenannte **Ladekarten** oder alternativ eine geeignete **Ladesäulen-App** verwendet.
- Am besten noch **vor dem Anfahren** einer Ladesäule informieren, welche Abrechnung möglich ist.
- Teilweise gibt es (oft bei Lebensmittel-Discountern) **kostenfreie Ladesäulen**. Diese Ladesäulen sind häufig stark frequentiert und sollten nicht für Touren mit eingeplant werden.



Es gibt sehr viele unterschiedliche Ladesäulen, daher kann die Abwicklung auch sehr unterschiedlich sein. Bei Unklarheiten die Bedienungsanleitung an der Ladesäule durchlesen.

Der Ladevorgang an einer Ladesäule

Laden starten

- **Ladeklappe** am Auto **entriegeln**
- Geeignete **Ladekarte** an das „**Wireless**“-**Symbol** der Ladesäule halten und den **Anweisungen** auf dem Ladesäulen-Display folgen. Alternativ den QR-Code an der Ladesäule mit einer geeigneten **Ladesäulen-App** im Smartphone **abscannen** oder die Ladesäulen-Nummer eingeben.
- **Ladekabel** am Auto **einstecken**
- **Ladekabel** an der Ladesäule **einstecken**
- Am Display der Ladesäule **prüfen**, ob der Ladevorgang gestartet wurde
- Bei Fehlfunktionen kann die **Service-Nummer** angerufen werden, die an der Säule angegeben ist.



Der Ladevorgang an einer Ladesäule

Beim Laden

- Der Stecker ist während des Ladevorgangs **verriegelt** und lässt sich in der Regel nicht abziehen. Mit dem Fahrzeug kann nicht gefahren werden, während ein Stecker gesteckt ist.

Laden beenden

- Den **Ladevorgang** mit der Smartphone-App oder der Ladekarte oder an der Ladesäule **beenden**.
- **Ladestecker** am Fahrzeug mit dem Schlüssel, der Fahrzeug-Smartphone-App oder im Fahrzeug **entriegeln**
- **Ladekabel** an der Ladesäule **abziehen**
- **Ladekabel** am Auto **abziehen** und Ladeklappe schließen



Ladekarten?

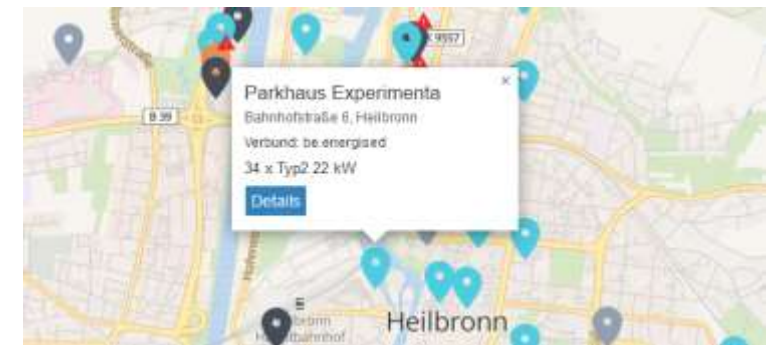
Anbieter	AC-Ladestation	DC-Ladestation	Hochpreisbetreiber (z.B. Ionity)	Grundgebühr	Rücklagegebühr	Anmerkung
ADAC	0,60 Euro / kWh (0,51 Euro / kWh an EnBW-Ladepunkten)	0,60 Euro / kWh (0,51 Euro / kWh an EnBW-Ladepunkten)	0,79 Euro / kWh	0 Euro	Ab 4 Std.: Standard 0,10 Euro/Mi. (max. 12 Euro)	
EnBW Ladehoff S	0,60 Euro / kWh (0,51 Euro / kWh an EnBW-Ladepunkten)	0,60 Euro / kWh (0,51 Euro / kWh an EnBW-Ladepunkten)	0,79 Euro / kWh	0 Euro	Ab 4 Std.: Standard 0,10 Euro/Mi. (max. 12 Euro)	
EnBW Ladehoff AL	0,60 Euro / kWh (0,51 Euro / kWh an EnBW-Ladepunkten)	0,60 Euro / kWh (0,51 Euro / kWh an EnBW-Ladepunkten)	0,79 Euro / kWh	0,99 Euro pro Monat	Ab 4 Std.: Standard 0,10 Euro/Mi. (max. 12 Euro)	
EnBW Ladehoff L	0,60 Euro / kWh (0,51 Euro / kWh an EnBW-Ladepunkten)	0,60 Euro / kWh (0,51 Euro / kWh an EnBW-Ladepunkten)	0,79 Euro / kWh	1,99 Euro pro Monat	Ab 4 Std.: Standard 0,10 Euro/Mi. (max. 12 Euro)	
EnBW Verkehrs-Tarif	0,62 Euro / kWh (0,58 Euro / kWh an EnBW-Ladepunkten)	0,62 Euro / kWh (0,58 Euro / kWh an EnBW-Ladepunkten)	0,79 Euro / kWh	0 Euro	Ab 4 Std.: Standard 0,10 Euro/Mi. (max. 12 Euro)	
E.ON Drive-away	0,60 Euro / kWh (0,54 Euro / kWh an E.ON-Ladepunkten)	0,79 Euro / kWh (0,65 Euro / kWh an E.ON-Ladepunkten)	0,79 Euro / kWh	0,99 Euro pro Monat	Ab 4 Std.: Standard 0,10 Euro/Mi. (max. 12 Euro)	



- An externen Ladesäulen wird per **Ladekarte** oder **Mobiltelefon-App** bezahlt.
- **Günstige Ladetarife** bieten beispielsweise
 EnBW (für Stromkunden 0,51€ / sonst 0,59 €)
 ADAC (für Mitglieder 0,51€ / sonst 0,60€)
 Maingau DC (mit Kundentarif 0,59€ / sonst 0,64€)
 E.ON (AC 0,54€/ DC 0,61€)
 Aber auch Elektrizitätswerke und Stadtwerke bieten häufig **Haustarife** für Elektroautobesitzer.
- Die jeweils günstigsten Ladepreise zeigen z.B.
 - [Ladekartenvergleich](#)
 - [Ladefuchs.app](#)
 - [Chargeprice](#)

Wo lade ich – Ladesäulen finden?

- Es gibt mittlerweile viele Apps mit Ladesäulenfindern
- Ladekartenanbieter stellen meist auch eine eigene App zum Finden der Ladesäulen bereit
- Übergeordnet empfehlenswert sind die Apps von
 - **ChargEV** und **A Better Routeplaner**
- Auch im Internet gibt es übergeordnete Karten
 - <https://abetterrouteplanner.com/>
 - <https://mobileto.de/ladestationfinden/>
 - <https://emobil-heilbronn-franken.de/ladesaeulen/>
 - <https://moovility.me/>
- Zumindest zur Zeit erfordert eine längere Reise mit einem Elektroauto eine ausführliche Planungsvorbereitung



Ladesäule 1 #46586
Compleo Charging Solutions - Advanced WM
 Typ 2 Dose #130691
22 kW (400 Volt, 32 Ampere)
Parkplatz 2.120 gleich links neben der Abahrtrampe

Ladesäule 2 #46587
Compleo Charging Solutions - Advanced WM
 Typ 2 Dose #130692

Ladesäulenfinder auf mobileto.de

Wovon hängt die Ladegeschwindigkeit ab?

Die Geschwindigkeit des Ladens hängt von vielen Faktoren ab:

- Wird mit **Gleichstrom (DC)** oder **Wechselstrom (AC)** geladen
- Bei AC nicht nur von der Ladeleistung der Wallbox, sondern vor allem vom **internen Gleichrichter** des Autos abhängig
- Temperatur beim Laden: eine **kalte Batterie** wird nicht so schnell geladen
- Wie voll ist der Akku. Bei einem leeren Akku kann sehr viel mehr Strom aufgenommen werden, ohne dass der Akku Schaden nimmt. **Mit zunehmender Ladung nimmt der Ladestrom ab**. Die meisten Fahrzeuge regeln spätestens ab 80% Batterieladung die Ladeleistung sehr stark ab.



Typische Ladekurve am Schnelllader



Ladezeiten

Die Tabelle zeigt die Ladezeiten bei leerem Akku auf 100% Ladung.

Die **Lebensdauer** der Batterie kann verlängert werden, wenn der Ladestand der Batterie nur selten unter 20% fällt und in der Regel nicht über 80% der Kapazität geladen wird.

Für geplante Touren ist es sinnvoll, eine 100%-Ladung so zu terminieren, dass erst kurz vor der Abfahrt das maximale Ladevolumen erreicht wird.

Ladezeiten (bei einem Elektroauto mit etwa 16 kWh Verbrauch)								
	2,3 kW (AC, 10A)	3,7 kW (AC, 16A)	7,4 kW (AC)	11 kW (AC)	22 kW (AC)	50 kW (DC)	100 kW (DC)	150 kW (DC)
	Haushaltsteckdose							
		Wallbox						
			Standardladesäule					
						Schnellladesäule		
10 min	2,5 km	5 km	5 km	10 km	20 km	45 km	90 km	135 km
30 min	5 km	10 km	20 km	30 km	60 km	135 km	275 km	405 km
1 Std	10 km	20 km	40 km	60 km	120 km	275 km	>500 km	>500 km
2 Std	25 km	40 km	80 km	120 km	240 km	>500 km		
4 Std	50 km	80 km	160 km	240 km	480 km			
8 Std	100 km	160 km	320 km	480 km	>500 km			
16 Std	200 km	320 km	>500 km	>500 km				
24 Std	400 km	>500 km						

Quelle: Electrify BW

Das Elektroauto im Winter

Eine **kalte Batterie** in einem Elektroauto liefert **weniger Energie** und kann nur mit **verringelter Leistung** geladen werden. Werden einige Tipps beachtet, stellt dies kein größeres Problem dar.

- Wenn möglich, das Elektroauto in einer **Garage** parken
- Etwa 30-45 Minuten vor dem Losfahren das Auto **vorheizen** und **laden**. Dadurch wird zum einen bei der Fahrt die **Heizung** nicht mehr so stark benötigt und zum anderen wird die Batterie durch den Ladevorgang **erwärmt**. Manche Fahrzeuge konditionieren beim Heizen auch die Batterie entsprechend. Beim Heizen und Laden an der Ladesäule/Wallbox/Steckdose wird kein Strom aus der Batterie verbraucht.
- Beim Fahren eher die **Sitzheizung** statt der Heizung verwenden.
- Eine kalte Batterie kann nur mit verringerter Ladeleistung geladen werden. Die Steuerung erfolgt dabei automatisch durch das **Batteriemanagement** im Fahrzeug. Durch die geringere Ladeleistung braucht das Laden **länger**, dies muss bei Ihrer **Zeitplanung** berücksichtigt werden.



Energieverbrauch?

Elektroauto im Winter		
Funktion	Elektrische Leistung	Beispiel einstündige Fahrt
Klimaanlage	ca. 51 Watt	30 Min 2x Sitzheizung
Abblendlicht	ca. 125 Watt	60 Min Klimaanlage
Fernlicht	ca. 120 Watt	60 Min Abblendlicht
Nebelscheinwerfer	ca. 110 Watt	10 Min Heckscheibenheizung
LED-Tagfahrlicht	ca. 8 Watt	= Mehrverbrauch: 0,375 kWh
Lenkradheizung	ca. 50 Watt	
Sitzheizung je Sitz	ca. 100 Watt	+ 60 Min Heizung
Heckscheibenheizung	ca. 600 Watt	= Mehrverbrauch: 1,3 - 3,3 kWh
Außenspiegel-Heizung	ca. 40 Watt	
Heizung	ca. 1.000-3.000 Watt (1-3 kW)	bei geringen Temperaturen niedrigerer Wirkungsgrad der Batterie und bei Minustemperaturen drastischer Mehrverbrauch

Bei kalten Temperaturen ist es sinnvoll, das Fahrzeug und damit auch die Batterie vorzutemperieren (wenn die Abfahrtszeit bekannt ist)

Dazu wird etwa ½ Stunde vor der Abfahrt die Temperatur der Klimaanlage auf einen passenden Wert gestellt, so dass sich Fahrzeug und Batterie erwärmen.

Eine Wärmepumpe kann vor allem auf längeren Fahrten den Energiebedarf für die Heizung reduzieren.

Quelle: Electromobilität HN-Franken, Tobias Franz

Und wenn doch der Strom ausgeht

Manchmal läuft ja alles schief und trotz guter Vorplanung ist die **Batterie leergefahren**. Wie kritisch ist dieses Szenario?

- Sobald klar ist, dass der Strom nicht ausreichen wird, eine **geeignete Haltemöglichkeit** suchen. Bleibt das Auto auf der Straße stehen, birgt das hohe **Risiken** und kann auch zu einem **Bußgeld** führen.
- Bei neueren Fahrzeugen greift meist eine sogenannte „**Mobilitätsgarantie**“, diese bietet ähnlichen Service wie die Mitgliedschaft beim **ADAC** oder **ACE**. Das Fahrzeug wird dabei in der Regel durch einen **Abschleppdienst** aufgeladen und zur nächsten geeigneten Ladesäule transportiert. Steht das Fahrzeug nicht ungünstig, kann unter Umständen auch durch eine **mobile Ladestation** so viel Energie geladen werden, dass eine Fahrt zur nächsten Ladesäule möglich wird.
- Ein Elektrofahrzeug sollte **nur in Ausnahmefällen geschleppt** werden.



Reichweite

- Anspruch und Bedarf klaffen weit auseinander.
- **75% der Fahrten am Tag sind kürzer als 50 km.**
- Wie bei einem Handy wird ein E-Auto in der Regel nicht ein- oder zweimal in der Woche geladen, sondern jede Nacht während wir schlafen.
- Und plötzlich wird klar: Reichweite an sich ist nicht relevant. Wichtig ist, dass das Auto zwischen zwei Ladungen so weit kommt, wie damit gefahren werden soll.

Reichweite von Elektroautos Bedarf und Anspruch



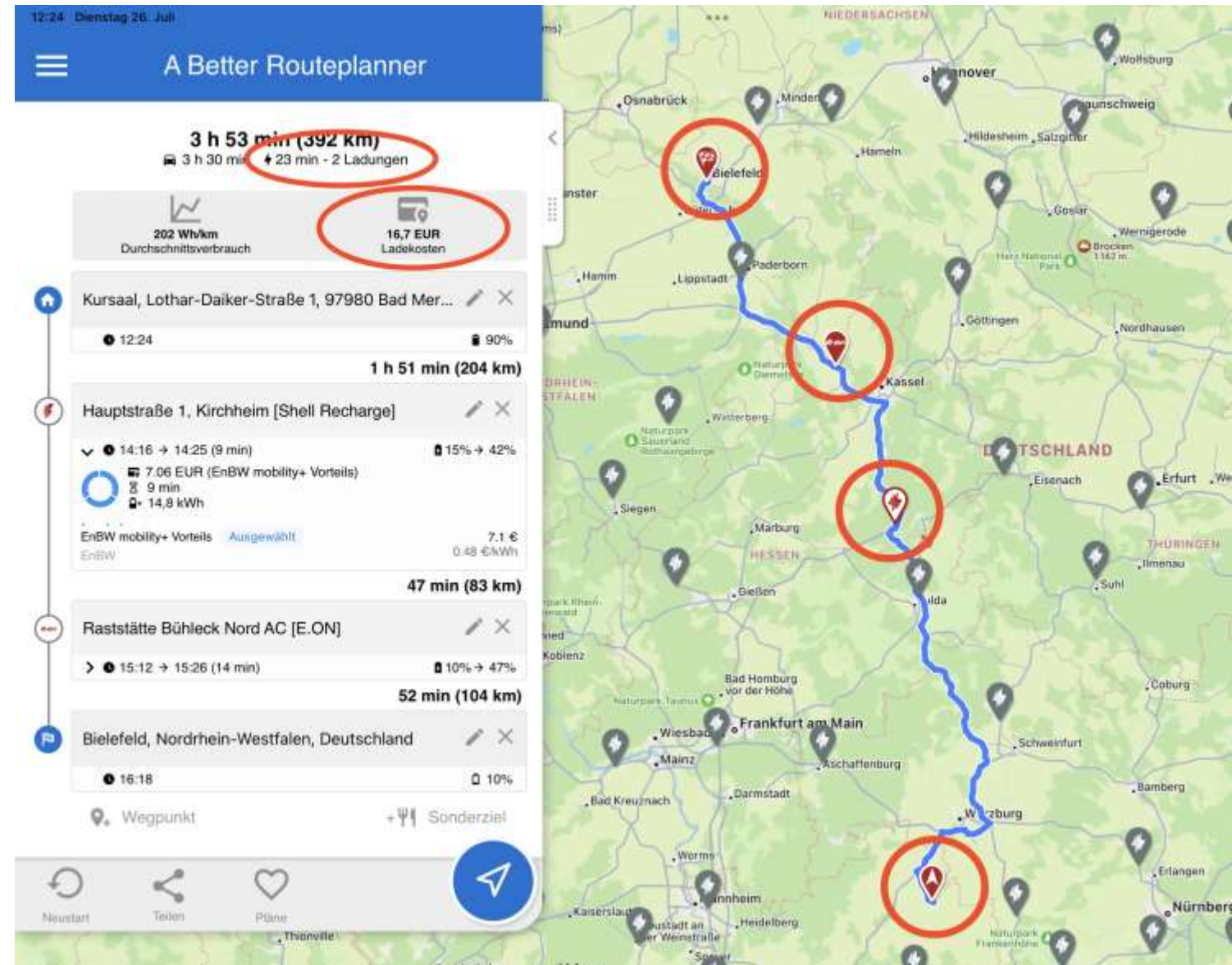
Reichweite

- Ein viel diskutiertes Thema
- Die meisten der **heutigen Fahrzeuge** bieten Reichweiten **zwischen 150 und 450 km**
- Für Langstrecken ist nicht nur die eigentliche Reichweite entscheidend, sondern auch, **wie schnell das Fahrzeug wieder geladen werden kann.**
- Die **Reichweite** kann **im Winter geringer** ausfallen (kalte Batterie, Heizung)



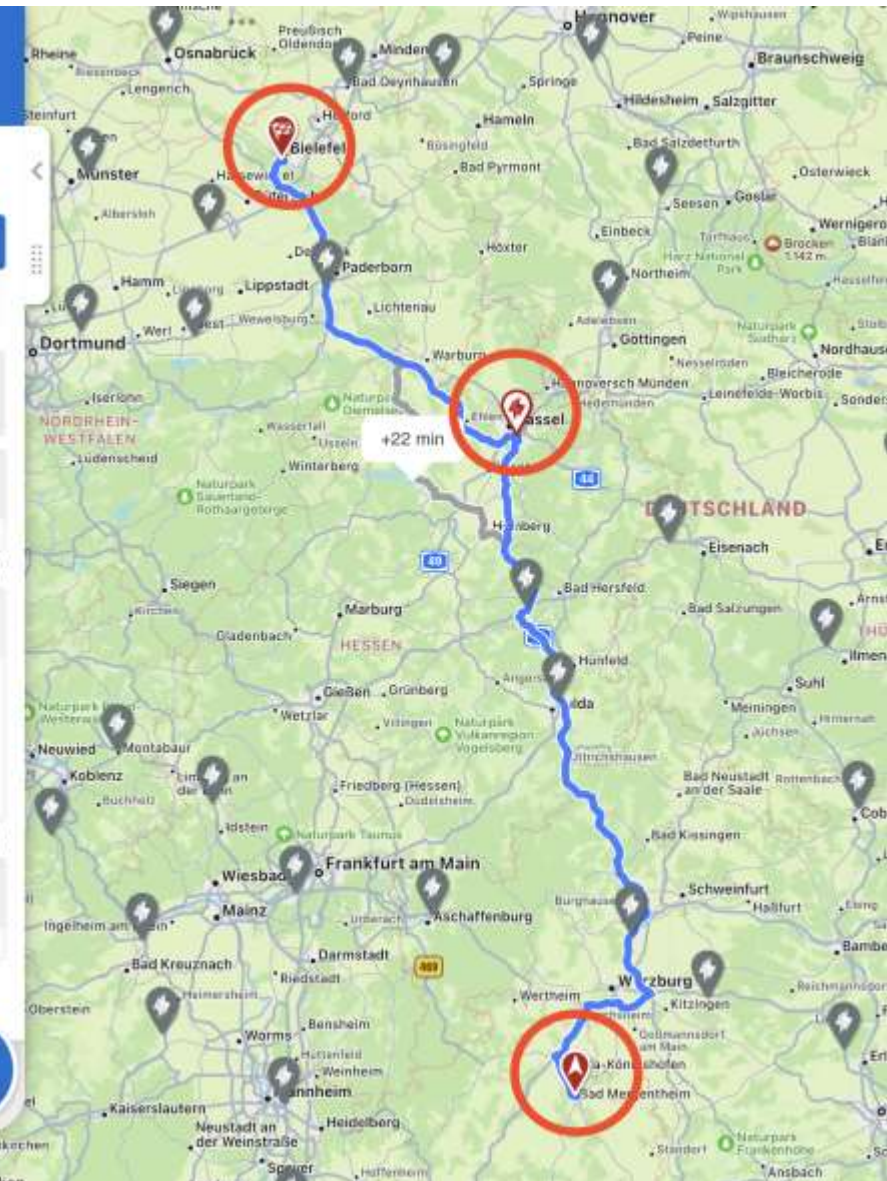
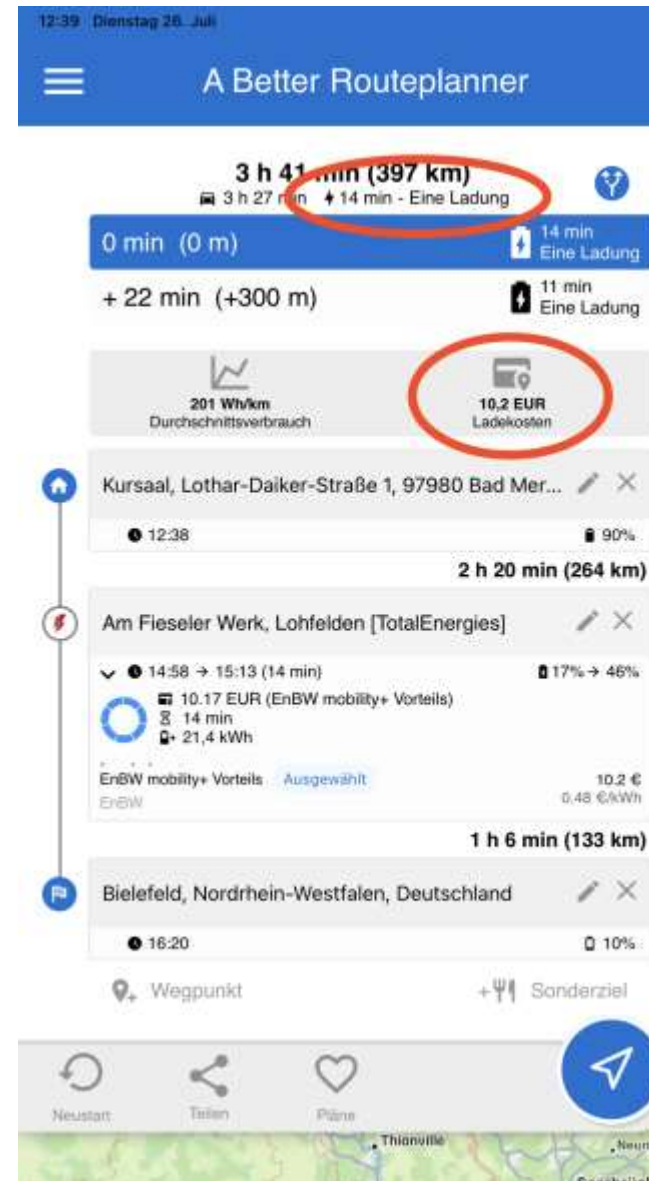
Reichweite

- Routenplanung mit A Better Routeplanner für Standardfahrzeug für **VW ID.3 58 kWh**
- Gesamtreisezeit für etwa 400 km
3 h 53 min
davon **23 min Ladepause**
- Kosten
16,70 Euro für 392 km mit ADAC-Karte
+ 15,30 Anfangsladung **Haushaltstrom**
= 32 Euro Gesamtladekosten
8,17 Euro auf 100 km
- Mit Anfangsladung **Photovoltaikstrom**
5,56 Euro auf 100 km



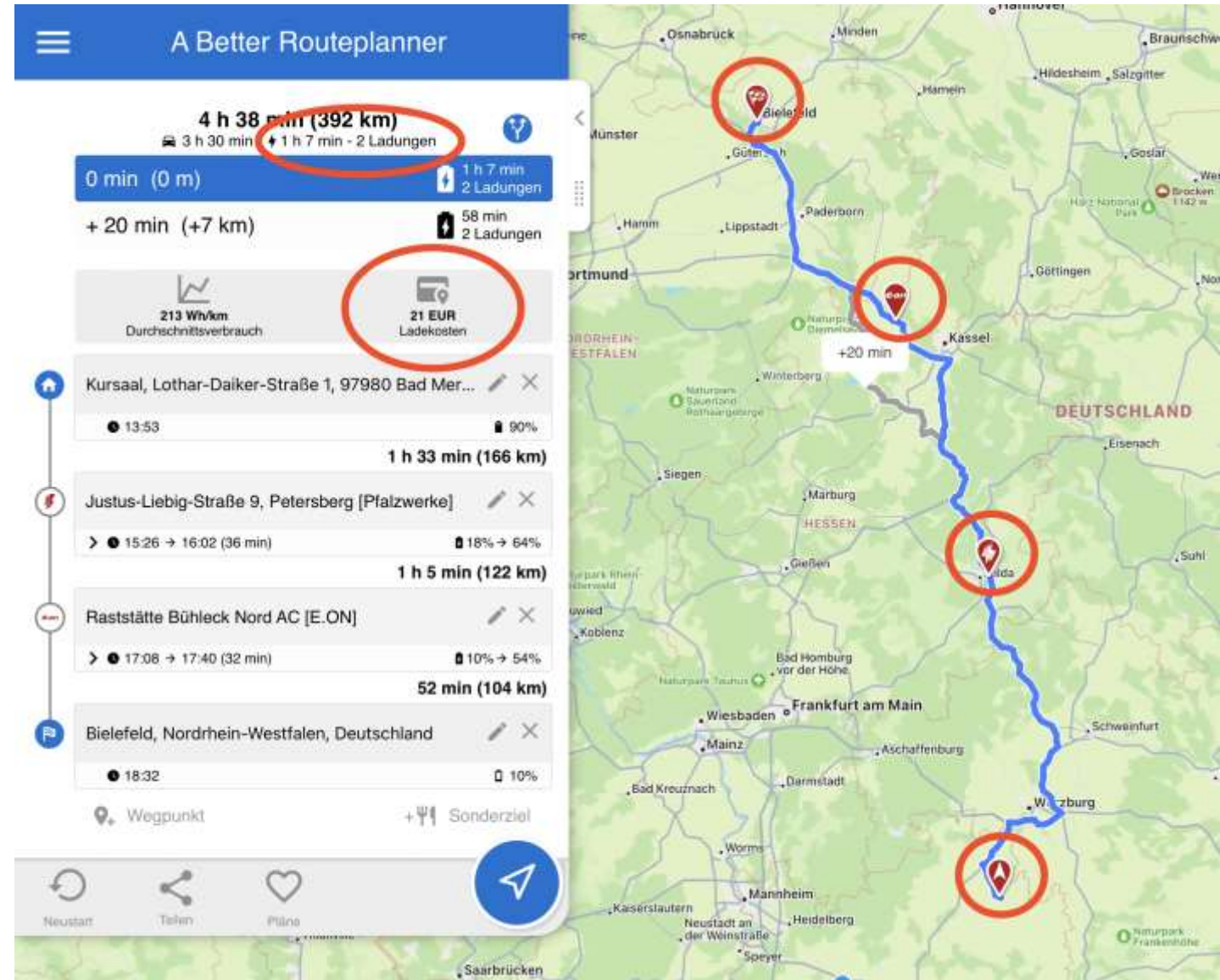
Reichweite

- Routenplanung mit A Better Routeplanner für Langstreckenfahrzeug
Hyunday Ioniq 5 AWD Long Range
- Gesamtreisezeit für etwa 400 km
3 h 27 min
davon **14 min Ladepause**
- Kosten
10,20 Euro für 397 km mit ADAC-Karte
+ 20,40 Anfangsladung **Haushaltstrom**
= 30,60 Euro Gesamtladekosten
7,72 Euro auf 100 km
- Mit Anfangsladung **Photovoltaikstrom**
4,82 Euro auf 100 km



Reichweite

- Routenplanung
mit A Better Routeplanner
für Kurzstreckenfahrzeug
Renault Zoe Z.E. 50 R135
- Gesamtreisezeit für etwa 400 km
4 h 38 min
davon **1 h 7 min Ladepause**
- Kosten
21,00 Euro für 392 km mit ADAC-Karte
+ 13,78 Anfangsladung **Haushaltstrom**
= 34,73 Euro Gesamtladekosten
8,86 Euro auf 100 km
- Mit Anfangsladung **Photovoltaikstrom**
6,52 Euro auf 100 km



Nachhaltige Mobilität und Photovoltaik

Tipps & Tricks zum Start

Unterschiedliche Ladestrategien

Es gibt keine immer gültige **Ladestrategie**, diese ist von vielen Dingen abhängig.

- Wer **zu Hause laden** kann, hat dadurch auf jeden Fall Komfort-Vorteile. Wer **regelmäßig** fährt, sollte das Auto dann zwischen **50%-80% Ladestand** halten, so dass stets genügend Reichweite gegeben ist.
- Wer nur **unregelmäßig** fährt, kann den Ladestand zwischen **20%-80%** halten. Bei vorhersehbaren längeren Fahrten auf jeden Fall aber vorher laden.
- Auf Langstrecken ist es sinnvoll, erst bei einem Ladestand von **10%-15%** einen Schnelllader anzufahren. Dadurch startet der Ladevorgang mit höchster Leistung.
- Die Ladeleistung nimmt ab, je voller der Akku ist. Bei **80% Ladestand** wird meist **stark abgeregelt**. Unter Umständen ist es auch sinnvoll, den Ladevorgang bereits bei 60%-70% zu beenden und lieber einen **weiteren Ladestopp** einzuplanen.
- Bei längeren Fahrten ist es außerdem sinnvoll, **vorher** die Strecke nach **möglichen Lademöglichkeiten** zu überprüfen.



Aktuelle Preise an Schnellladern

Wie bei den Benzinpreisen ändern sich auch die Preise an **Schnellladern** regelmäßig. Ohne Nutzung einer **Standard-Ladekarte** ergeben sich aktuell folgenden Preise:

- **EnBW-Säule** mit EnBW-App: 59 ct
- **Aral-Säule** mit Aral-App: 61 ct
- **Alego-Säule** mit ewego: 64 ct
- **ionity-Säule** mit ewego: 64 ct
- **ewego-Säule** mit ewego: 59 ct
- **Fastned-Säule** mit Fastned-App: 64 ct

Wer **vorhersehbar** in einzelnen Monaten **viel laden** wird, kann einen Tarif mit **Grundgebühr** buchen, diese sind meist monatlich kündbar:

- **ionity-Power**: 11,99 €/Monat, lohnt sich ab etwa 50 kWh/Monat
- **EnBW-M**: 5,99 €/Monat, lohnt sich ab etwa 60 kWh/Monat
- **EnBW-L**: 17,99 € /Monat, lohnt sich ab etwa 90 kWh/Monat



Nachhaltige Mobilität und Photovoltaik

Ein Elektroauto anschaffen

Förderung in Baden-Württemberg

Zur Zeit gibt es noch **die Förderung BW-e-Solar-Gutschein des Landes Baden-Württemberg:**

<https://www.l-bank.de/produkte/finanzhilfen/bw-e-solar-gutschein.html>

Gefördert werden **vollelektrische Fahrzeuge** (PKW, vierrädrige Leichtfahrzeuge) mit Elektro- oder Brennstoffzellenantrieb bis max. 160 kW Leistung mit **1.000 € je Fahrzeug** und (optional) die Anschaffung zugehöriger Wallboxen mit **500 € je Wallbox**

Voraussetzungen:

- Erstzulassung und vorrangige Nutzung in **Baden-Württemberg**
- Betrieb (oder Inbetriebnahme innerhalb 6 Monate) einer **Photovoltaikanlage**
- Mindestleistung der Photovoltaikanlage von mindestens 2 kW pro gefördertem Fahrzeug

Zusatzförderung einer Wallbox

- Beschaffungskosten **mindestens 500 €**
- Versorgung der Wallbox durch **eigene Photovoltaikanlage** und **Strom aus erneuerbaren Energien**
- Förderung nur zusammen mit der Förderung eines Elektrofahrzeugs



Indirekte Förderungen

- batterieelektrische Fahrzeuge, die bis 2025 zugelassen werden, sind bis zu **zehn Jahre lang von der Kfz-Steuer befreit, längstens jedoch bis 31.12.2030**
- **Dienstfahrzeuge** werden besonders gefördert
 - Bei der **Privatnutzung von BEVs unter 70.000 EUR** müssen nur **0,25 % des Bruttolistenpreises als geldwerter Vorteil versteuert** werden.
 - Bei **Elektroautos über 70.000 EUR** sind es **0,5 % des Bruttolistenpreises**.
 - **Plug-In-Hybrid-Fahrzeuge** werden nicht (mehr) gefördert
 - Diese Sonderbedingungen gelten voraussichtlich **bis 31.12.2030**
- Passive Förderung: wird das Elektroauto **beim Arbeitgeber geladen**, muss dafür gegenüber dem Finanzamt kein geldwerter Vorteil angesetzt werden

Geplante Förderungen von Elektroautos

Wer die Presse derzeit aufmerksam verfolgt weiß, dass wieder eine **Diskussion über neue Förderungen** von Elektroautos stattfindet. Im Gespräch sind Zuschüsse für **Kleinfahrzeuge**, **Abwrackprämien** oder Zuschüsse für **Fahrzeughersteller**, oft wird von **Firmen-Zuschüssen** gesprochen. Was konkret kommen wird, ist unbekannt.

Der **Autogipfel** im Oktober 2024 mit Politik-Verantwortlichen, Spitzen der Hersteller- und Zulieferindustrie sowie Branchenvertretern hat leider **keine neuen Ideen ergeben**. Und die **Zukunft** der nachhaltigen Mobilität ist seit einigen Tagen **ungewisser** denn je.



Die Preisentwicklung von Elektroautos

Ohne **Glaskugel** ist eine Einschätzung der **Preis-Entwicklung** von Elektroautos **nicht möglich**.

Interessant könnte sein, dass die **EU-Klimaziele** jedes Jahr geringere Grenzwerte vorsehen. Derzeit sind die Vorgaben für 2025 für **Deutschland** und auch **Italien** für die einzelnen Hersteller mit ihrem bestehenden Portfolio **kaum erreichbar**. Alle anderen EU-Länder werden die Vorgaben vermutlich einhalten können.

Kein Wunder, dass viele **Hersteller in Deutschland** derzeit eine Verschiebung der Zielvorgaben fordern. Sollte eine **Verschiebung** von der EU abgelehnt werden (was sehr wahrscheinlich ist), müssen die deutschen Hersteller ihr Portfolio massiv Richtung **E-Mobilität** ändern.

Daraus **könnten** sich **Vorteile** für Käufer von **Elektroautos** ergeben. Schon jetzt gibt es **große Rabatte** bei vielen Herstellern.



THG-Zertifikate zu Geld machen

- Die **Treibhausgasminderungsquote** (kurz **THG-Quote**) soll die CO₂-Emissionen im Verkehrssektor verringern und so helfen, die Klimaziele zu erreichen.
- Der Gesetzgeber schreibt Mineralölunternehmen vor, wie viele Tonnen **Treibhausgas** sie emittieren dürfen. Überschreiten sie diesen Wert, wird eine Strafe fällig. Es sei denn, das betreffende Unternehmen kauft sich **Verschmutzungsrechte** von Dritten.
- Seit dem Jahr 2022 zählen zum Kreis der Verkäufer erstmals auch **private E-Auto-Besitzer**.
- Ausgezahlt wird das Geld **im Laufe des Jahres**.
- Anders als beim CO₂-Zertifikate-Handel wird der Preis für die Emission einer Tonne CO₂ nicht an der Börse ermittelt, sondern von Händlern **auf Basis von Angebot und Nachfrage festgelegt**. Für jedes Jahr können also andere Beträge anfallen.
- **Nicht beanspruchte Zertifikate** können von der Bundesregierung verkauft werden. Die Erlöse fließen dann in den Staatshaushalt.



THG-Zertifikate zu Geld machen

- Die Höhe der Prämie ist **unabhängig vom Fahrzeug** und vom getankten Strom. Je nach Anbieter lagen die garantierten oder in Aussicht gestellten Beträge für das **Jahr 2023** zwischen rund 200 und 425 Euro pro Jahr.
- **Für das Jahr 2024 ergaben sich erheblich geringere Quoten von nur 80-120 €**
- Fairnergy: Direkt ein Projekt fördern oder mindestens 80 € auszahlen lassen
<https://www.fairnergy.org/>
- ADAC: Auszahlung 100 €, Mitglieder 120 €
<https://www.adac.de/>
- THG-Experten: aktuell 95 €
<https://thg-experten.de/>
- Was das **Jahr 2025** bereithalten wird, lässt sich noch kaum sagen



Welche Elektroautos gibt es?

- Auf folgenden Seiten findet sich ein guter Überblick über das bestehende Angebot an Elektroautos:
 - <https://www.greengear.de/vergleich-uebersicht-elektroautos-eautos/>
 - <https://efahrer.chip.de/elektroautos/>
 - <https://www.goingelectric.de/elektroautos/>
 - <https://www.carwow.de/neuwagen/>



GreenGear



EFahrer



GoingElectric



CarWow

The screenshot shows the EFahrer.com website with a navigation bar at the top containing 'News', 'Tests', 'E-Autos', 'Laden', and 'Solar'. The main content area displays a list of vehicles with their images, names, specifications, and prices. Each vehicle listing includes a 'Kostenlos Probefahren' button and a list of benefits.

Vehicle	Price	Key Specs
Kia Niro Plug-In Hybrid	33.900 €	Plug-In Hybrid, 61 km Reichweite (el.), 50 g/km CO ₂ , 6 Monate Lieferzeit
Hyundai Kona Elektro (64 kWh)	41.400 €	Elektro, 449 km Reichweite, 0 g/km CO ₂ , 12 Monate Lieferzeit
Mitsubishi Outlander Plug-In Hybrid	37.990 €	Plug-In Hybrid, 57 km Reichweite (el.), 63 g/km CO ₂ , 4 Monate Lieferzeit
MINI Cooper SE	32.500 €	Elektro, 270 km Reichweite, 0 g/km CO ₂ , unbekannte Lieferzeit
Renault Zoe R90	29.900 €	Elektro, 316 km Reichweite, 0 g/km CO ₂ , 3 Monate Lieferzeit

Oder ein Elektroauto mieten

- Miete – für wenige Tage oder Kurzzeitleasing für nur einige Wochen oder Monate – gerade recht zum Warmwerden mit der neuen Mobilität.
Beispielsweise bei:

- <https://www.zeag-energie.de/carsharing.html>
- <https://nextmove.de/>
- <https://www.finn.com/>



ZEAG Mo



NextMove

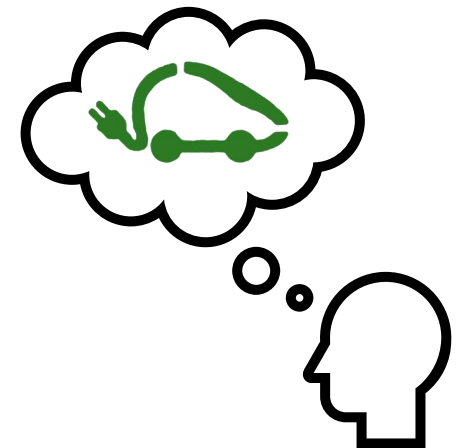


Finn



Welches Elektroauto passt am besten zu mir?

- Die Entscheidung für ein Elektroauto ist sehr individuell
- **Analysieren Sie Ihre Situation genau:**
 - Ihre **regelmäßigen Fahrten** (Reichweite)
 - wie oft werden **lange Strecken** gefahren und mit welcher maximalen Entfernung (Ladegeschwindigkeit)
 - ist ein **Alternativ-Fahrzeug** für lange Strecken verfügbar, unter Umständen auch ein Mietfahrzeug (bsp. bietet die ZEAG Heilbronn E-Car-Sharing „Mo“) oder können andere Verkehrsmittel, wie beispielsweise die **Bahn**, genutzt werden
- **Wieviel Komfort** wünschen Sie
- **Informieren Sie sich** über die Details von Ihrem bevorzugten Elektroauto





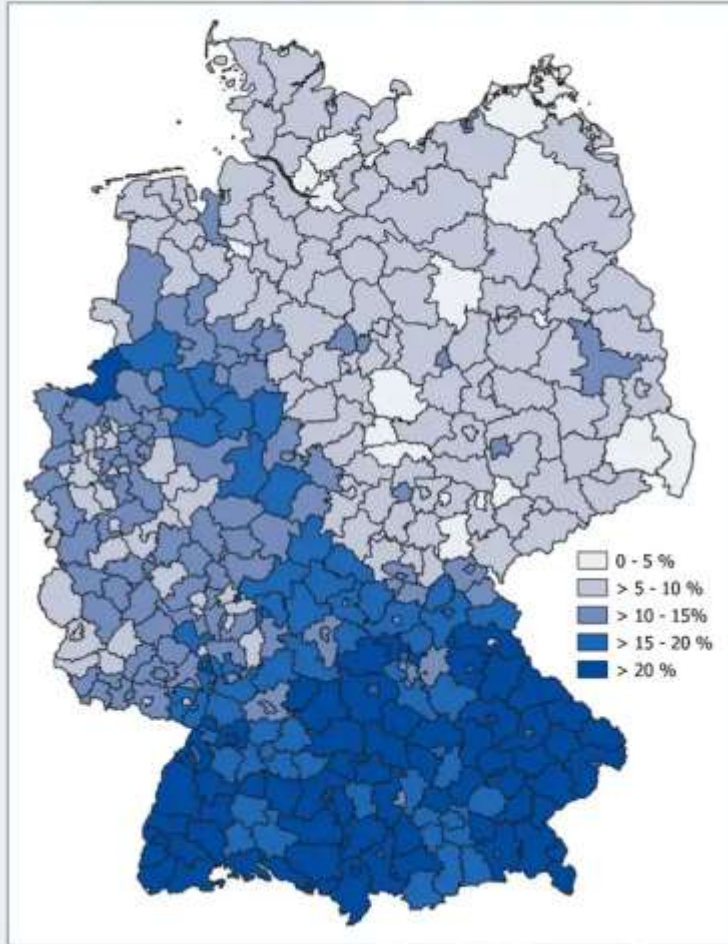
Photovoltaik

Elektroauto & Photovoltaik

Ein Dream-Team ???

Der Strommix in Deutschland 2023

Sättigungsgrad für Photovoltaik-Kleinanlagen unter 10 kWp
| Ebene der Landkreise



Quelle: EUPD Research auf Basis von Bundesnetzagentur, Destatis (2021)

DER STROMMIX IN DEUTSCHLAND 2023

Anteil der Energieträger an der Stromerzeugung [netto]

Konventionelle Energien: 40,4 %

Erneuerbare Energien: 59,6 %

Kernenergie

Windkraft

Erdgas

Steinkohle

Braunkohle

Photovoltaik

Biomasse

Wasserkraft

436
TWh [Mrd. kWh]

Es wird die Nettoproduktion aller Kraftwerke dargestellt.

Daten: Fraunhofer ISE 2023

<https://strom-report.com/strom>



STROM-REPORT

Aktuelle Stromerzeugung Deutschland – Strommix 2023

Energieträger	in TWh = Mrd. kWh
Braunkohle	77,5 TWh
Steinkohle	36,1 TWh
Kernenergie	6,7 TWh
Erdgas	45,8 TWh
Andere	9,6 TWh
Erneuerbare	260 TWh
davon sind	
Windenergie	138,6 TWh
Photovoltaik	53,5 TWh
Biomasse	42,2 TWh
Wasserkraft	20,4 TWh
Andere	5,2 TWh
Stromerzeugung ges.	436 TWh

Quelle: Fraunhofer ISE, Stand 01.01.2024

Infografik "Strommix 2023: Stromerzeugung in Deutschland [Netto]" von STROM-REPORT.de

Erst einmal: wie viel Energie verbrauchen wir?

**Bevor wir uns mit der Energie-Erzeugung beschäftigen
fragen wir uns erst einmal**

Wie viel Energie (ver)brauchen wir denn eigentlich?

Wie viel Energie verbrauchen wir?

Haushalts-Strom

	Haus	Wohnung
• Single-Haushalt	1.800 - 2.000 kWh	1.400 - 1.900 kWh
• 2-Personen-Haushalt	2.500 - 3.500 kWh	1.900 - 2.700 kWh
• 3-Personen-Haushalt	2.800 - 4.500 kWh	2.200 - 2.800 kWh
• 4-Personen-Haushalt	3.000 - 5.000 kWh	2.500 - 3.100 kWh

Durchschnittswerte, Verbrauch über 1 Jahr

Ihren persönlichen Stromverbrauch können Sie aus Ihrer jährlichen Stromrechnung herauslesen.

<https://stromspiegel.de>

Wie viel Energie verbrauchen wir?

Heizung

- Erdgas
- Heizöl
- Fernwärme
- Holzpellets
- Wärmepumpe

Durchschnittswerte, Verbrauch über 1 Jahr

<https://heizspiegel.de>

	Verbrauch pro qm	Verbrauch bei 110-120 qm
• Erdgas	128 kWh	15.950 kWh
• Heizöl	138 kWh	16.280 kWh
• Fernwärme	117 kWh	13.860 kWh
• Holzpellets	118 kWh	13.750 kWh
• Wärmepumpe	38 kWh	4.400 kWh

Wie viel Energie verbrauchen wir?

Auto

	Verbrauch auf 100 km	Verbrauch bei 15.000 km
• Benziner Verbrauch 7l	60,7 kWh	9.100 kWh
• Diesel Verbrauch 6l	58,7 kWh	8.811 kWh
• Wasserstoff aktuell/künftig, Verbrauch 1 kg	53/40 kWh	7.900/6.000 kWh
• E-Fuel Produktion 27 kWh/l, Verbrauch 7l	189 kWh	28.300 kWh
• Elektroauto Verbrauch 20 kWh	20 kWh	3.000 kWh

Durchschnittswerte, Umweltkennwerte der Strom- und Treibstoffbereitstellung: Benzin 8,67 kWh/Liter, Diesel 9,79 kWh/Liter

<https://www.energie-gedanken.ch/umrechnungsfaktoren/>

<https://www.gasag.de/magazin/neudenken/wie-viel-strom-fuer-1kg-wasserstoff/>

<https://stromspeichermarkt.de/e-fuels-kraftstoff/>

Energie selbst erzeugen

Die einzige Energieform, die wir ohne Einsatz und/oder Import zusätzlicher Stoffe selbst erzeugen können, ist:

Strom

Photovoltaik

- **Warum Photovoltaik?**

- Strombedarf und -verbrauch **steigen stetig**
- Der Strompreis kann nur **bedingt beeinflusst** werden (durch Wechsel des Stromanbieters)
- Das **Stromnetz** wird durch lokale Energieerzeugung **entlastet**
- Photovoltaik ist ein **wichtiger Schritt** in die nachhaltige Energieversorgung
- Photovoltaik macht unabhängig von **ausländischen** Energie-Importen

- **Eine Photovoltaik-Anlage bietet die Möglichkeit der **Eigenversorgung****

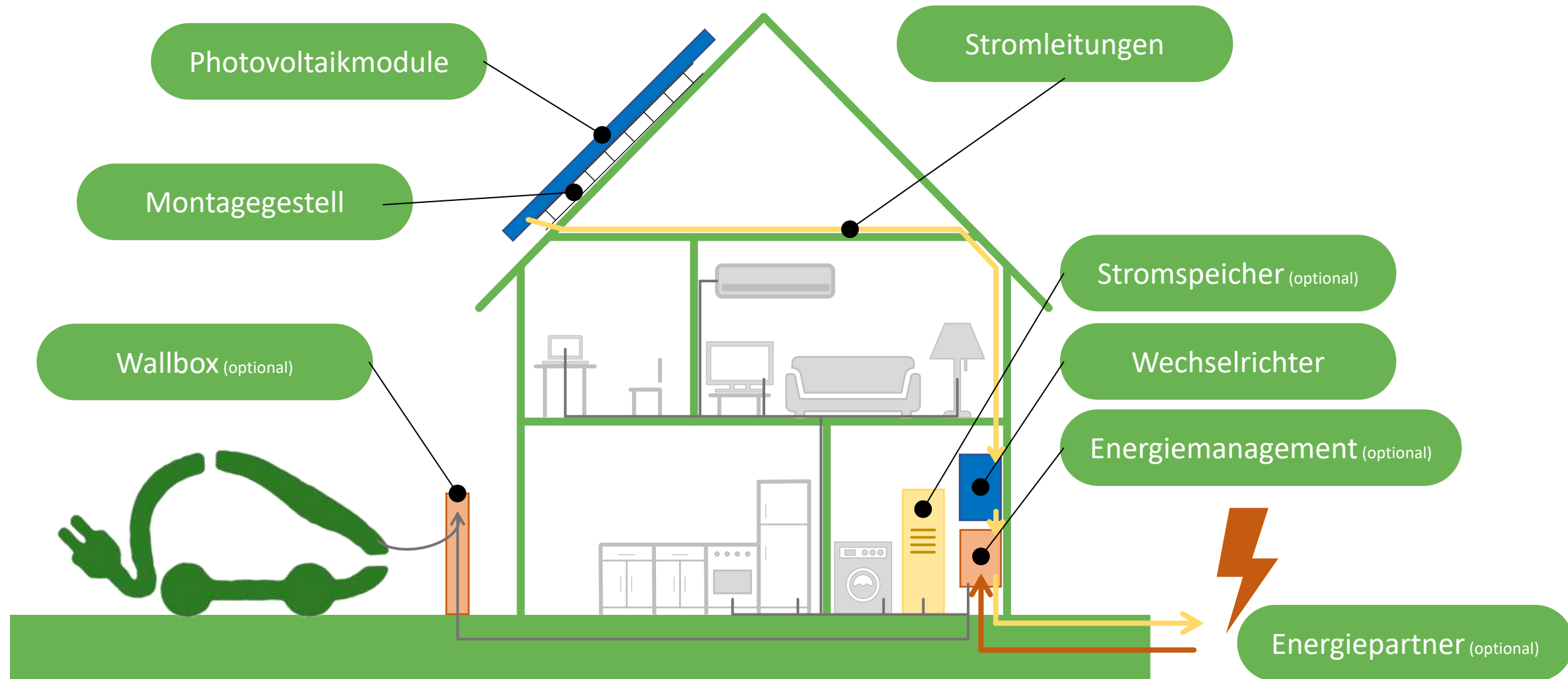


Photovoltaik – was ist zu beachten?

- Standort der Anlage
- Größe der Anlage
- Dachneigung / Dachausrichtung
- Nutzung der Anlage
- Sowohl beim **Verkauf** von Solarstrom als auch beim **Eigenverbrauch** können **Abgaben** fällig werden (Einkommensteuer/Umsatzsteuer/EEG)
- Eine Photovoltaikanlage sollte in die **Gebäudeversicherung** integriert werden.



Photovoltaik



Lohnt sich Photovoltaik

- Kosten für selbst erzeugten Strom, vor allem Anschaffungskosten, umgerechnet auf die Nutzungsdauer.
- Die Nutzungsdauer der Solar-module kann mit >20 Jahre angesetzt werden.
- Zusätzlich fallen Kosten für Wartung und Reparaturen an, auch Steuern und Umlagen müssen in die Kosten mit eingerechnet werden.
- Größe der Anlage – wieviel Strom kann künftig selbst produziert werden.

Kosten für selbst
erzeugten Strom

- Kosten für vom Energieversorger eingekauften Strom ca. 28 bis 40 Cent pro Kilowattstunde (kWh)

Kosten für Strom vom
Energieversorger

Damit eine Photovoltaikanlage profitabel ist, müssen die Kosten für den selbst erzeugten Strom geringer sein, als die Kosten für den eingekauften Strom



Photovoltaikanlagen – Kosten-Entwicklung



- Preise ohne Mehrwertsteuer
- Die Preise enthalten die komplette Photovoltaik-Anlage, jedoch ohne optionalen Akku
- kWp = Kilowattstunden Peak
- Watt [W] bzw. Kilowatt [kW] ist die übliche Einheit für Leistung bei Photovoltaik-anlagen.
- Das kleine p steht für das englische peak (peak = Spitze) und bedeutet Spitzenleistung unter genormten Testbedingungen. Dadurch lässt sich die maximale Leistung von verschiedenen Solarmodulen vergleichen.

Mittlere Preise für eine Solaranlage

Kosten einer Photovoltaikanlage nach Anlagengröße in kWp (Kilowatt Peak) ohne optionalen Stromspeicher

Anlagengröße	3 kWp	4 kWp	5 kWp	6 kWp	7 kWp	8 kWp	9 kWp	10 kWp	10 - 15 kWp
Ø Anlagen-Kosten gesamt	5.400 €	6.300 €	7.600 €	9.000 €	10.400 €	11.600 €	12.900 €	13.300 €	16.600 €
realistische Preisspanne	4.600 - 6.300€	5.000 - 7.900€	5.300 - 9.500€	6.500 - 12.100€	7.600 - 12.800€	9.000 - 15.000€	9.200 - 17.500€	10.300 - 18.500€	15.000 - 20.000€
Ø Kosten pro kWp	1.730 €	1.570 €	1.530 €	1.490 €	1.470 €	1.450 €	1.430 €	1.340 €	1.240 €
realistische Preisspanne pro kWp	1.550 - 1.960€	1.250 - 1.870€	1.130 - 1.960€	1.050 - 1.920€	1.080 - 1.940€	1.140 - 1.880€	1.030 - 1.870€	1.040 - 1.900€	1.040 - 1.670€
Auswertung von mehr als 250 Angeboten von Solarteuren für eine Photovoltaikanlage - Nettopreis zuzüglich Mehrwertsteuer									

Quelle: <https://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik/kosten/>

PV-Stromkostenrechner der DGS

Was kostet die Kilowattstunde Solarstrom

	Anlagennennleistung	5,0 kWp	8,0 kWp	10,0 kWp	15,0 kWp
	Spezifischer Jahresertrag	950 kWh/kWp	950 kWh/kWp	950 kWh/kWp	950 kWh/kWp
	Jährliche Leistungsminderung	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %
	Wirtschaftliche Nutzungsdauer	20,0 Jahre	20,0 Jahre	20,0 Jahre	20,0 Jahre
	Investitionssumme gesamt (netto)	8.600 €	12.000 €	13.300 €	19.600 €
	Jährliche Betriebskosten (netto)	100 €	200 €	250 €	350 €
	Kalkulationszinssatz	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
	Solarstromgestehungskosten	11,7 Cent/kWh	11,1 Cent/kWh	10,1 Cent/kWh	9,8 Cent/kWh

<https://www.dgs-franken.de/service/pv-stromkostenrechner>

Wie viele Module sollen aufs Dach?

Bei der Planung sollte genau gerechnet werden?

- Ein Solarmodul hat **350-420 Watt/peak** (Maximalleistung).
- Ein Standard-Solarmodul mit 60 Silizium-Zellen hat die **Größe 170 x 100** cm, benötigt also eine Fläche von 1,7 m².
- Für eine **5 kWp Anlage** werden etwa **14 Module** mit einem Flächenbedarf von etwa **24-30 m²** benötigt.
- Die **Verschattung** durch einen Schornstein oder durch Bäume muss berücksichtigt werden. Verschattung lässt sich durch sogenannte **Leistungsoptimierer** ausgleichen.
- In den **Wintermonaten** bringt eine Solaranlage nur etwa 20-40% der Sommerleistung.
- Die Solaranlage sollte so viel Leistung haben, dass nach Möglichkeit der **Strom-Bedarf gedeckt** ist.
- Die Eigenstromnutzung kann durch einen **Stromspeicher** erhöht werden. Dieser sollte so dimensioniert werden, dass er den Verbrauch einer Sommernacht abdeckt. Maximalgröße jedoch etwa 1/3 der Anlagenleistung im Sommer, da er sonst nicht gefüllt wird.



Was gibt es sonst noch zu beachten?

Einige Punkte müssen von Ihnen zusammen mit Ihrem Solarteuer **individuell betrachtet und beurteilt** werden:

- Die **baulichen Voraussetzungen**:
 - Zulässige **Gewichtsbelastung** auf dem Dach
 - Anbringen der **Unterkonstruktion** auf unterschiedlichen **Dachdeckungen**
 - **Verkabelungsmöglichkeiten** mit bestehender **Installation**
 - Ist der bestehende **Verteilerkasten** geeignet
 - **Platzbedarf** zusätzlicher Komponenten wie **Speicher** oder **Wechselrichter**
- Welche Komponenten der Photovoltaikanlage können in **Eigenmontage / Eigenleistung** installiert werden
- Welche **Ausführungen/Hersteller** der Solarmodule und Komponenten sind für Sie am besten geeignet



Photovoltaik – Zusatzinformationen

- Eine **Selbstreinigung** der Module (durch Regen) ist ab ca. **10° Dachneigung** gegeben
- Sorgfältig mit dem **Kabel** auf dem Dach umgehen
 - (Dauerhaft) nicht **scheuern**
 - Keine **Knicke**
 - Über keine **harten Kanten** verlegen
- Ein **Standardmodul** wiegt etwa **20-25 kg**
- Kosten für **Optimierer** ca. 50€/Stück (meist etwa 30% der Modulkosten) – **alternativ** verschattete Module in einer extra Gruppe zusammenfassen und einen **separaten Wechselrichter** verwenden.



So könnte es aussehen

Photovoltaikanlage der Familie Kolzer bei Hamburg

- 24x **Glas-Glas Module** Jollywood 410W JW-HD108N
- **Wechselrichter** Goodwe GW10K-ET
- **Speicher** Pylontech 96V FORCE-H2 7.0
- **Preis** mit Speicher **17.400 € netto**
- Bestellt im **März 2022**
- Geliefert und installiert im **September 2022**

Die Familie ist „**happy**“ und freut sich, die richtige Entscheidung getroffen zu haben.

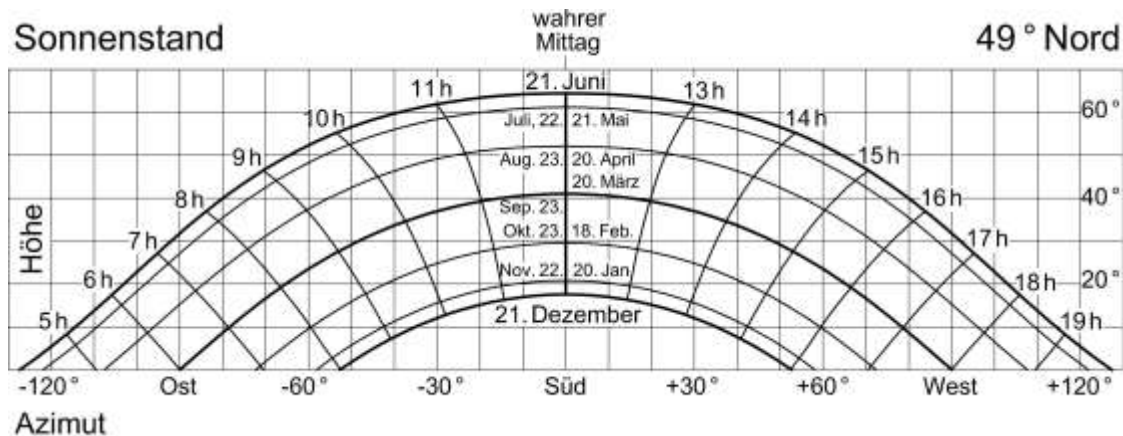


Mit welcher Leistung kann ich rechnen?

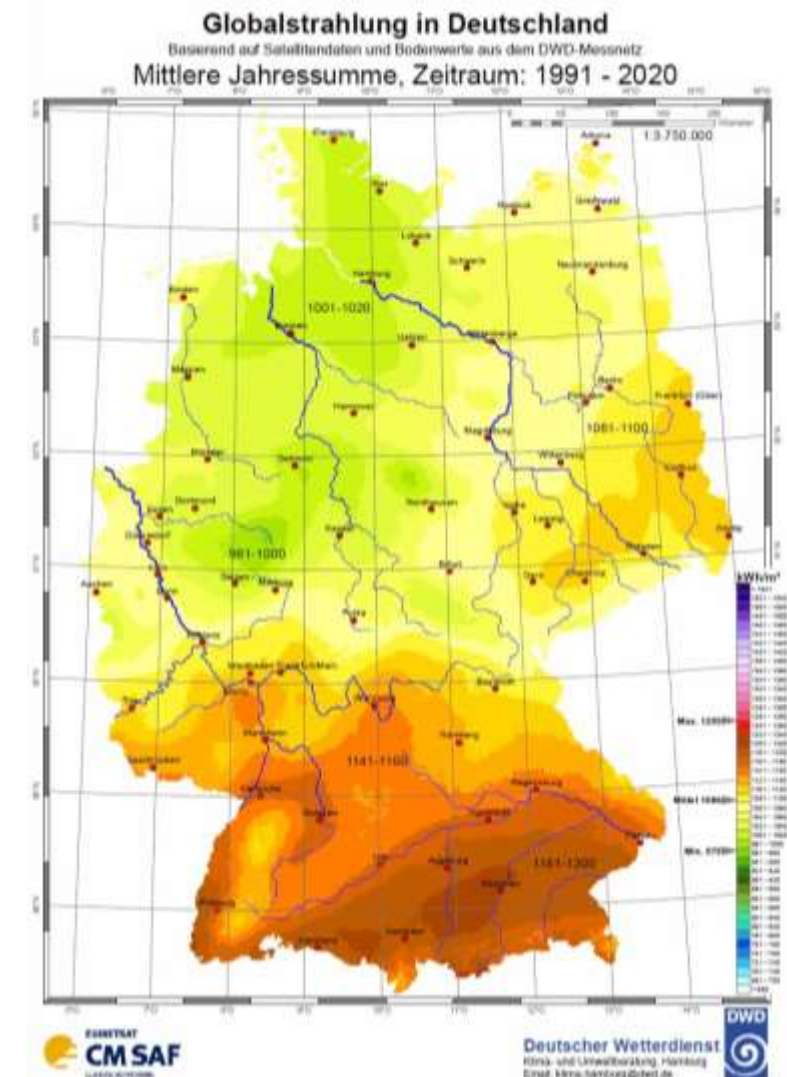
Die durchschnittliche **Global-Sonnenstrahlung** in Baden
Württemberg beträgt **1.000-1.200 kWh/a/m²**.

PV-Module haben etwa **20% Wirkungsgrad**

Je nach Ausrichtung, Neigung und Ausstattung ergeben sich je
Modul mit 420 kWp **maximal 300 – 450 kWh** pro Jahr

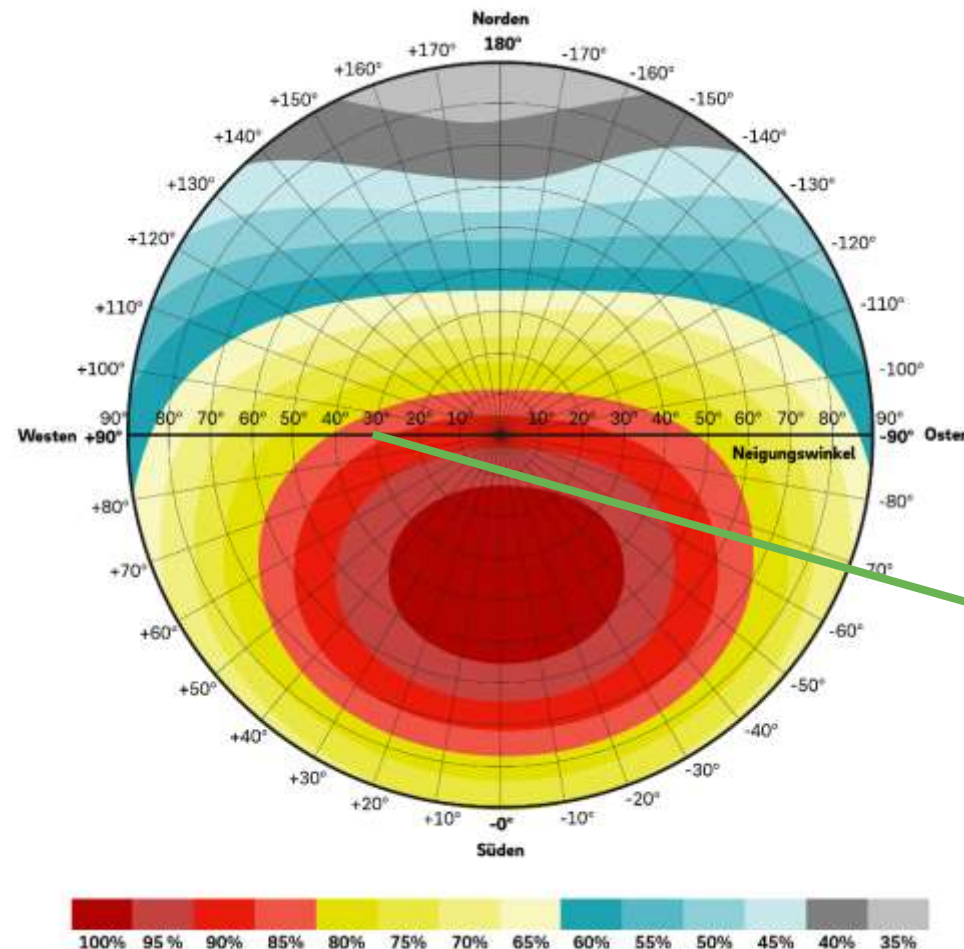


<https://www.solarwatt.de/ratgeber/einstrahlungskarte>



Künftigen Ertrag abschätzen

Mit welcher Sonneneinstrahlung können Sie rechnen?



Bei **100% Sonneneinstrahlung** kann bei optimaler Ausrichtung und Neigung bei unverschatteter Lage mit einem **Jahresertrag von 1.100 kWh** je kWp (+/- 50 kWh) kalkuliert werden.

Beispiel:

Ein Dach mit 30° Dachneigung und Westausrichtung wird etwa 85% Sonneneinstrahlung haben. Das würde bei einer Anlage mit 5 kWp einen Ertrag ergeben von: $1.100 \text{ kWh pro kWp} \times 5 \times 85\% = 4.675 \text{ kWh}$

Eine **Ost-/West-Ausrichtung** kann unter Umständen besser sein, als eine reine **Südausrichtung**. Sie hat zwar eine geringere Sonneneinstrahlung, dafür jedoch eine größere Fläche und meist längere Einstrahlungszeiten.

<https://www.solarserver.de/pv-anlage-online-berechnen/>

Einspeisevergütung

Einspeisevergütung (Cent/kWh)					
Inbetriebnahme	für die ersten 10 kWp	ab 10-40 kWp	ab 40-100 kWp	ab 100-300 kWp	ab 300 bis 750 kWp
30. Juli 2022 - 31. Januar 2024 bei Überschusseinspeisung	8,20	7,10	5,80	-	-
30. Juli 2022 - 31. Januar 2024 bei Volleinspeisung	13,00	10,90	-	-	-
1. Februar 2024 - 31. Juli 2024 bei Überschusseinspeisung	8,11	7,00	5,70	-	-
1. Februar 2024 - 31. Juli 2024 bei Volleinspeisung	12,90	10,80	-	-	-
seit 1. August 2024 bei Überschusseinspeisung	8,00	6,90	5,60	-	-
seit 1. August 2024 bei Volleinspeisung	12,80	10,70	-	-	-

Wird der erzeugte Strom selbst verbraucht, ist die Einspeisevergütung irrelevant!

Bei **Überschusseinspeisung** profitiert der Anlagenbetreiber davon, dass kein Strom zum üblichen Marktpreis (etwa 29-36 Cent/kWh) zugekauft werden muss. Dadurch ist eine **Ersparnis von 19-27 Cent/kWh** möglich.

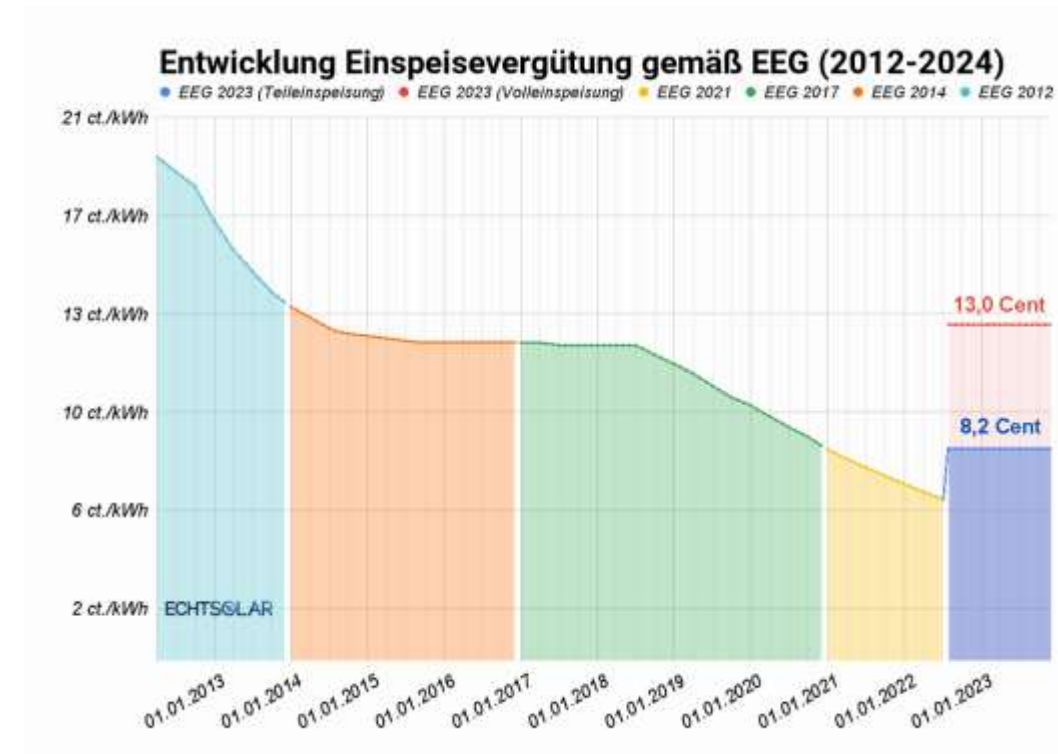
Bei der **Volleinspeisung** können auch Betreiber ihre Anlagenkosten decken, die den produzierten Strom **nicht oder nur geringfügig selbst verbrauchen** könnten.

Seit **Februar 2024** gibt es eine halbjährliche **Degression** (Absenkung) der Vergütung um 1%.

Im **Jahr 2025** sollte im Rahmen der **Wirtschaftsinitiative** die Einspeise-Vergütung für **neue Anlagen** entfallen. Dafür sollten der **Bau neuer Anlagen bezuschusst** werden. Was nach dem Aus der Ampel-Regierung geschehen wird, ist noch unklar.

Weitere Informationen zur Einspeisevergütung

- Die Einspeisevergütung wird weiterhin ab Inbetriebnahme **20 Jahre** lang bezahlt.
- Es ist möglich, **zwei separate Photovoltaikanlagen** zu betreiben, eine für Volleinspeisung und eine für Eigenverbrauch. Die Anlagen müssen allerdings über **separate Messeinrichtungen** verfügen und beide innerhalb eines Jahres errichtet werden.
- Ebenso ist ein **Wechsel zwischen Überschusseinspeisung und Volleinspeisung** möglich: Anlagenbetreiber können sich bis 1.12. vor Beginn eines Kalenderjahres jeweils neu entscheiden.
- Die bisherige **70%-Kappingsregelung** entfällt für neue Photovoltaikanlagen seit dem 1.1.2023. Bei **bestehenden Anlagen** wird die 70%-Regelung nur für **Anlagen bis 7 kWp** aufgehoben und ebenfalls erst seit 1.1.2023.
- Eine weitere Änderung ist der **einfachere Netzanschluss**: Für Anlagen bis 30 kWp muss nach einem Monat Wartezeit der Netzbetreiber nicht mehr anwesend sein, es reichen **Elektrofachleute**.



Weitere Standorte für Photovoltaikanlagen

- Seit 1.1.2023 sind auch **alternative Flächen** für Photovoltaikanlagen nutzbar, wenn das Wohngebäude nicht für eine Anlage geeignet ist (bsp. **denkmalgeschützte Häuser**). Die Anlage muss sich dabei auf einem Grundstück mit Wohnbebauung innerhalb des selben Ortsteils befinden und darf die **Größe der Grundfläche** des Wohngebäudes nicht überschreiten.
- Außerdem sind weitere Flächen für die Installation von **Freiflächenanlagen** möglich:
 - Flächen entlang von **Autobahnen** und **Schienenwegen**.
 - Künstliche oder erheblich veränderte **Gewässer**
 - **Ackerflächen**, sofern auf der gleichen Fläche weiterhin Nutzpflanzen bzw. Dauerkulturen angebaut werden (Agri-PV)
 - **Dauergrünland**
 - **Parkplatzflächen**
 - entwässerte und landwirtschaftlich genutzter **Moorböden**, wenn diese dauerhaft wieder vernässt werden.



Eine bestehende Anlage erweitern

Entscheidend für die künftige Einspeisevergütung und Abrechnung ist die Frage, ob die bestehende Anlage mit einer Volleinspeisung oder mit Eigenverbrauch und Überschusseinspeisung betrieben wird:

bestehende Anlage	neue Anlage	Auswirkung
Volleinspeisung	Volleinspeisung	die neue Anlage wird als Erweiterung der bestehenden Anlage betrachtet, die Einspeisevergütung wird prozentual der Anlagengröße aufgeteilt. Es wird derselbe Abrechnungszähler verwendet.
Eigenverbrauch mit Überschusseinspeisung	Eigenverbrauch mit Überschusseinspeisung	
Volleinspeisung	Eigenverbrauch mit Überschusseinspeisung	die neue Anlage wird auch bei der Abrechnung als neue Anlage betrachtet und benötigt einen eigenen Abrechnungszähler (und daher auch meist einen eigenen Wechselrichter).

Alternativen zur Einspeisung

Direktvermarktung

- Der erzeugte Strom wird über einen Direktvermarkter an der **Börse** verkauft. Voraussetzung dafür ist ein Vertrag mit einem **Direktvermarktungsunternehmen**.
- **Anbieter** für die Direktvermarktung von Solarstrom sind beispielsweise BayWa r.e., Green Energy Products GmbH, EnBW Energie Baden-Württemberg AG, WIRCON GmbH, Energy2market GmbH und Vattenfall Energy Trading GmbH. Diese Direktvermarkter nehmen Anbieter **meist erst ab 100 kWp auf**.
- Eine **Alternative** für eine Direktvermarktung auch für kleinere Anbieter bietet **Lumenaza**. Dieser Anbieter stellt eine Software-Plattform bereit, über die kleine Anbieter ihren Strom anbieten können, der dann in der **Community** gesammelt und an Direktvermarkter weiterverkauft wird.



Alternativen zur Einspeisung

Vor-Ort-Vermarktung

- Eine Vor-Ort-Vermarktung bedeutet, dass überschüssiger Solarstrom **ohne Durchleitung durch das Netz** an **Nutzer in räumlicher Nähe**, z.B. an die Mieter des Hauses verkauft wird.
- Die Vor-Ort-Vermarktung hat den Vorteil, dass der Anlagenbetreiber vom Abnehmer einen **höheren Preis** als die Einspeisevergütung erhält und der Abnehmer **weniger für den Solarstrom zahlt** als beim Bezug vom Stromanbieter.
- **Voraussetzung** für die Vor-Ort-Vermarktung ist, dass der Strom nicht durch das öffentliche Netz geleitet wird! Müssen **zusätzliche Leitungen** gelegt werden, kann diese Art der Vermarktung sehr teuer werden.
- Bei der Lieferung von Strom an Dritte wird der Anlagenbetreiber aus rechtlicher Sicht immer zum **Energieversorger**, was zahlreiche **zusätzliche Pflichten** zur Folge hat (Aufbau eines Strombilanzkreises, Abführen von Netzentgelt und Konzessionsabgabe etc.).



Mieterstrom

EEG-geförderte Mieterstrom-Modelle

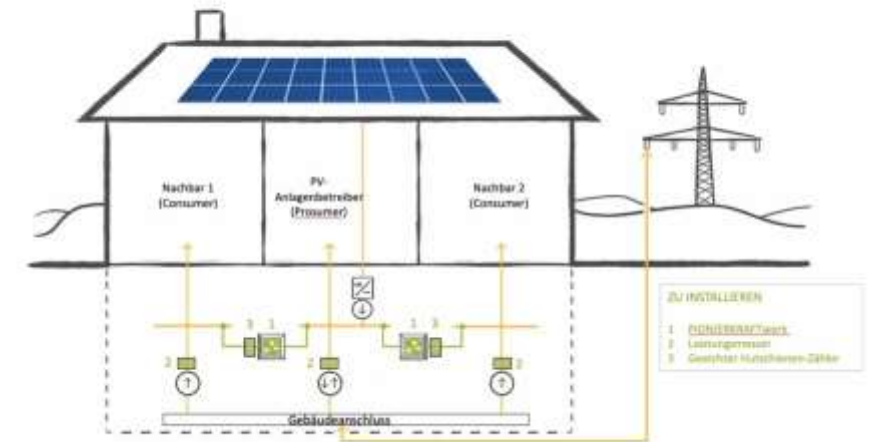
- Als Mieterstrom wird Strom bezeichnet, der von Solaranlagen auf dem Dach eines Wohngebäudes erzeugt und von dort **direkt, das heißt ohne Netzdurchleitung** an Letztverbraucher in diesem Gebäude oder im selben Quartier geliefert und verbraucht wird.
- Bei dem geförderten Mieterstrom ist das **EnWG und EEG bindend**, welches unter anderem einen Preisdeckel vorsieht. Ausblick: Das Mieterstrom-Modell sollte im Jahr **2024 optimiert** werden.

Alternative „pionierkraft.de“

- Bei diesem Modell gelten **energiewirtschaftliche und zivilrechtliche** Rahmenbedingungen. Deshalb greift hier der **Strompreisdeckel** nicht, sodass der Betreiber der Anlage den Strompreis flexibel und fair gestalten kann.
- Es besteht **kein Vertragskopplungsverbot** mit dem Mietvertrag. Zudem kann die Technologie den Solarstrom getrennt erfassen und abrechnen. Das **bestehende Zählerkonzept** bleibt erhalten und es ist **kein teurer Umbau** erforderlich.
- Das Konzept hört sich sehr interessant an, es liegen mir allerdings aktuell **keine Erfahrungen mit diesem Anbieter** vor.

Mit PIONIERKRAFTwerk

PIONIERKRAFT 



Welche Abgaben und Steuern fallen an?

Übersicht

- **EEG-Abgabe**

- Die EEG-Abgabe ist seit Juli 2022 komplett wegfallen.
- Bei bestehenden Anlagen können nun meist sogar die Erzeugungszähler ausgebaut werden.

- **Einkommensteuer** (mehr auf den nächsten Seiten)

- Bis 2022: Kann auf Antrag bei Anlagen bis 10 kWp entfallen
- Seit 1.1.2023: keine Einkommensteuer auf Anlagen bis 30 kWp

- **Umsatzsteuer** (mehr auf den nächsten Seiten)

- Auch weiterhin Regelbesteuerung oder Kleinunternehmerregelung
- Seit 1.1.2023: Nullsteuersatz bei Anschaffung



Einkommensteuer

Seit 1. 1. 2023 gilt:

- Die **Einkünfte aus PV-Anlagen** (auch Bestandsanlagen) werden ausnahmslos von der Einkommensteuer befreit bei
 - **Anlagen bis 30 kWp** auf **Wohn- und Nichtwohngebäuden**.
 - **Anlagen bis 15 kWp** auf **Mehrfamilienhäusern**.
Doppelhaushälften gelten als eigenes Wohnhaus und deshalb sind hier Anlagen bis 30 kWp möglich. Bei einem **Zweifamilienhaus** handelt es sich um zwei Wohneinheiten, deshalb können hier zweimal 15 kWp steuerfrei genutzt werden.
- Bei Anlagen bis 30 kWp können auch **keine Kosten mehr geltend gemacht werden**. Auch Sonderabschreibungen sind nicht mehr möglich.
- **Lohnsteuerhilfvereine** dürfen Besitzer von Anlagen bis 30 kWp beraten.



Für Ihre individuelle Steuerberechnung kontaktieren Sie am besten einen **Steuerberater**. Diese Informationen stellen keine Beratung über Steuerfragen dar.

Einkommensteuer

Eine Photovoltaikanlage kann die Einkommensteuer verringern!

- Die **Aufwendungen** für die **Installation** einer Photovoltaikanlage (ohne Material- oder Zusatzkosten) zählen zu den **Handwerkerkosten**, wenn die Einnahmen aus der Anlage **steuerfrei** sind. (Schreiben Bundesfinanzministerium vom 17.07.2023).
- Kosten bis zu 6.000 Euro können bei der **Steuererklärung** in der Anlage „**Haushaltsnahe Aufwendungen**“ angegeben werden.
- Gleiches gilt für **Reparaturen oder Wartung** einer Photovoltaikanlage.
- Das Steueraufkommen wird dadurch um **20%** (also um bis zu 1.200 Euro) gesenkt.
- Achtung: Wer für seine Anlage **öffentliche Fördermittel** bekommen hat, bekommt **keinen Steuerrabatt!**



Für Ihre individuelle Steuerberechnung kontaktieren Sie am besten einen **Steuerberater**. Diese Informationen stellen keine Beratung über Steuerfragen dar.

Umsatzsteuer

Seit 1. 1. 2023 gilt:

- Für die **Lieferung und die Installation** von Photovoltaikanlagen und Stromspeichern gilt ein **umsatzsteuerlicher Nullsteuersatz**, soweit es sich um eine Leistung an den **Betreiber der Photovoltaikanlage** handelt und die Anlage auf **Privatwohnungen** oder Gebäuden, die für dem **Gemeinwohl** dienende Tätigkeiten genutzt werden, installiert wird.
- Betreiber von Photovoltaikanlagen werden also bei der **Anschaffung** der Anlage nicht mehr mit Umsatzsteuer belastet, so dass sich Fragen rund um den **Vorsteuerabzug erübrigen**. Maßgeblich dabei ist das Leistungsdatum.
- Jedoch muss weiterhin auf **verkauften Strom und die Einspeisevergütung** Umsatzsteuer abgeführt werden. Bei Wahl der **Kleinunternehmerregelung entfällt** jedoch die Umsatzsteuerpflicht. **Diese ist daher dringend zu empfehlen.**



Für Ihre individuelle Steuerberechnung kontaktieren Sie am besten einen **Steuerberater**. Diese Informationen stellen keine Beratung über Steuerfragen dar.

Bestehende Anlagen

Bei Inbetriebnahme bis 31.12.2022:

- Ab **1.1.2023** werden auch bestehende Anlagen bis 30 kWp von der **Einkommensteuer** befreit.
- Für Stromverkauf (Einspeisung) muss **Umsatzsteuer** berechnet und abgeführt werden, die bezahlte **Vorsteuer** (Anlagenkauf, Stromverkauf) kann dagegen zurückgefordert werden. **Auch auf eigenverbrauchten Strom muss Umsatzsteuer berechnet und abgeführt werden.**
- Bei einem Umsatz (nicht Gewinn) von unter 22.000 Euro (ab 2020) kann die **Kleinunternehmerregelung** angewendet werden. Es muss dann keine Umsatzsteuer mehr abgeführt werden, allerdings kann dann auch **keine Vorsteuer** geltend gemacht werden.
- Von der **Regelbesteuerung** (mit Umsatz-/Vorsteuer) kann jeweils zum Geschäftsjahresbeginn auf die Kleinunternehmerregelung gewechselt werden. Das Finanzamt hat für **60 Monate Rückgriffsrecht** auf zu viel erstattete Vorsteuer. Daher kann nach **5 Jahren** zum Jahresbeginn zur Kleinunternehmerregelung gewechselt werden, **ohne** dass **Rückzahlungen** erfolgen müssen.



Für Ihre individuelle Steuerberechnung kontaktieren Sie am besten einen **Steuerberater**. Diese Informationen stellen keine Beratung über Steuerfragen dar.

Umsatzsteuer auf Eigenverbrauch bei bestehenden Anlagen?

Mit einer im Frühjahr 2023 geschaffenen Möglichkeit können Sie künftig vermeiden bei Bestandsanlagen auf den **eigenverbrauchten Strom** Umsatzsteuer berechnen und abführen zu müssen, ohne dass eine **Rückzahlung** der vom Finanzamt **erstatteten Vorsteuer** des Anlagenverkaufs droht.

- In der **Regelbesteuerung** muss auch auf eigenverbrauchten Strom Umsatzsteuer bezahlt werden.
- Bei einem **Wechsel** von der Regelbesteuerung in die **Kleinunternehmerregelung** vor Ablauf der 5-Jahres-Frist droht eine **Rückforderung** des Finanzamts der beim Anlagenkauf zurückerhaltenen Vorsteuer.
- Es besteht die Möglichkeit die Photovoltaikanlage bei **überwiegend privater Nutzung** aus dem Unternehmen in das Privateigentum zu übernehmen. Bei dieser privaten Entnahme fällt eigentlich **Umsatzsteuer** an, da ab 1.1.2023 jedoch für Photovoltaikanlagen ein **0%-Steuersatz** gilt, wird dieser verwendet und die anfallende Umsatzsteuer hat keine Auswirkung.
- Für den **eingespeisten Strom** muss weiterhin **Umsatzsteuer** berechnet und abgeführt werden. Es könnte nun jedoch (vermutlich im Folgejahr) auf die **Kleinunternehmerregelung** gewechselt werden. Rechnerisch hat dies **keine Auswirkung**, lediglich der Aufwand für die Umsatzsteuererklärung würde minimiert.



Für Ihre individuelle Steuerberechnung kontaktieren Sie am besten einen **Steuerberater**. Diese Informationen stellen keine Beratung über Steuerfragen dar.

Rückzahlung der Vorsteuer vermeiden

Für die **Übernahme Ihrer Anlage in das Privatvermögen** gibt es ein **Musterschreiben**, das Sie in Papierform oder digital über Elster an Ihr Finanzamt senden können.

Wichtig ist die Aussage der Finanzverwaltung, dass eine Entnahme der (gesamten) Anlage **nur möglich** ist, wenn zukünftig voraussichtlich **mehr als 90 %** des erzeugten Stroms für **nichtunternehmerische** Zwecke verwendet werden.

Davon ist aus **Vereinfachungsgründen** insbesondere auszugehen, wenn ein Teil des mit der Photovoltaikanlage erzeugten Stroms z. B. in einer **Batterie** gespeichert wird. Alternativ wäre auch die Verwendung des Stroms für ein **Elektroauto** oder eine **Wärmepumpe**.

Das Musterschreiben kann hier heruntergeladen werden:

https://mobileto.de/sharing/photovoltaik/Musterschreiben_Entnahme_Photovoltaikanlage.pdf

Musterschreiben

für die Entnahme einer Photovoltaikanlage aus dem Unternehmensvermögen in das Privatvermögen

Sehr geehrte Damen und Herren,

mit Schreiben vom 27.02.2023 hat das Bundesministerium der Finanzen die Regelungen bekannt gegeben, unter denen Photovoltaikanlagen bis 30 kWp, die vor dem 01.01.2023 in Betrieb genommen wurden und die zum vollen oder teilweisen Vorsteuerabzug berechtigt sind, als unentgeltliche Wertabgabe gem. § 3 Abs. 1b Nr. 1 UStG zum Nullsteuersatz dem Unternehmensvermögen entnommen werden können. Damit entfällt die Besteuerung des selbstverbrauchten Stroms und lediglich die Umsatzsteuer auf Einspeisevergütung wird zukünftig noch über die Umsatzsteuer-Erklärung abgeführt.

Eine solche Entnahme des Gesamtgegenstands Photovoltaik ist an die Absicht gebunden, dass 90 Prozent des erzeugten Stroms selbst verbraucht werden. Diese Absicht wird damit erzielt, dass der Strom teilweise in einem Stromspeicher zum zeitversetzten Verbrauch zwischengespeichert wird.

Hiermit teile ich Ihnen mit, dass ich meine Photovoltaikanlage Markstammdatenregister Nr. SEE xxxxxxxx in Betrieb gesetzt am xx.xx.xxxx rückwirkend zum 01.01.2023, spätestens aber ab dem heutigen Tage (xx.xx.xxxx) als unentgeltliche Wertabgabe gem. § 3 Abs. 1b Nr. 1 UStG zum Nullsteuersatz dem Unternehmensvermögen entnommen und dem Privatvermögen zugeordnet habe.

Zu der Anlage gehört der Batteriespeicher / Markstammdatenregister Nr.: See xxxxxxxx in Betrieb gesetzt am xx.xx.xxxx.

Damit sind die im Schreiben des BMF genannten Voraussetzungen erfüllt.

Mit freundlichen Grüßen

Für Ihre individuelle Steuerberechnung kontaktieren Sie am besten einen **Steuerberater**. Diese Informationen stellen keine Beratung über Steuerfragen dar.

Besteht die Gefahr, dass gegebene Förderungen künftig gestrichen werden?

Derzeit muss die **Bundesregierung** massiv Kosten **sparen** und verschiedene Bundes-Förderungen sind bereits dem **Rotstift** zum Opfer gefallen.

Wie sieht es bei der Einkommensteuer-Vereinfachung oder anderen **Förderungen** für **Photovoltaikanlagen** aus?

- Die **Einkommensteuer-Vereinfachung** dient nicht in erster Linie der Steuer-Reduzierung, sondern – wie es der Name schon ausdrückt – der **Vereinfachung**. Auch vor dieser Regelung wurden die meisten Anlagen als **Liebhaberei** eingestuft und von der Einkommensteuer **befreit**.
- Auch die **0%-Umsatzsteuer** dient in erster Linie der **Vereinfachung**, da in den meisten Fällen die bezahlte Umsatzsteuer als **Vorsteuer** vom Finanzamt zurückgefordert wurde.
- Es ist **unwahrscheinlich**, dass diese Vereinfachungs-Regeln in nächster Zeit wieder **aufgehoben** werden.
- Die **Einspeisevergütung** wird über die **EEG-Umlage** finanziert. Diese wurde im Juli 2022 in den Bundeshaushalt integriert. Der Zuschuss wird aber sowieso **halbjährlich reduziert**. Gegebene Zusagen, die für 20 Jahre gelten, werden **kaum aufgehoben** werden.



Für Ihre individuelle Steuerberechnung kontaktieren Sie am besten einen **Steuerberater**. Diese Informationen stellen keine Beratung über Steuerfragen dar.

Marktstammdatenregister

- Das Marktstammdatenregister bündelt vollständig zahlreiche **Informationen zum Strommarkt** in einer großen Datenbank und stellt sie der Öffentlichkeit zur Verfügung. Dies soll die Vereinfachung und Abschaffung von Meldepflichten ermöglichen.
- Alle Akteure des Strom- und Gasmarktes sind verpflichtet, sich selbst und ihre Anlagen auf www.marktstammdatenregister.de zu registrieren. Solaranlagen, KWK -Anlagen, ortsfeste Batteriespeicher und Notstromaggregate müssen genauso registriert werden wie Windenergieanlagen oder konventionelle Kraftwerke.
- Jede Neuanlage muss **innerhalb eines Monats nach Inbetriebnahme** ins Marktstammdatenregister eingetragen werden. Sie können Ihre geplante Anlage auch schon vor der Inbetriebnahme registrieren. Auch bestehende noch nicht registrierte Anlagen müssen nachgetragen werden.
- Wenn Sie Ihre Anlage nicht registrieren, drohen ein **Bußgeld** und der **Verlust Ihrer EEG-Vergütung**.



Photovoltaik-Pflicht in Baden-Württemberg

- In Baden-Württemberg gibt es die **Pflicht** zur Installation von Photovoltaikanlagen
 - Seit Januar 2022 bei Neubau von **Wohngebäuden, Nichtwohngebäuden** und **Parkplätzen**
 - Seit Januar 2023 bei grundlegender **Dachsanierung**
- Alternativ kann auch eine **thermische Solaranlage** installiert werden.
- Die Anlage kann auch **auf anderen Außenflächen** in der direkten räumlichen Umgebung installiert werden.
- Die Anlage muss **60%** (bei Teildachflächen 75%) der solargeeigneten Dach- oder Stellplatzfläche mit PV-Modulen belegen.
- Bei einem **Gründach** ist beides in Einklang zu bringen.
- Sind die Kosten einer PV-Anlage **unverhältnismäßig** hoch, liegt eine wirtschaftliche Unzumutbarkeit vor. In diesem Fall kann die PV-Anlage auf Antrag **verkleinert** werden.



Glas-Glas Module oder Glas-Folie?

- Gewöhnliche Solarpaneele, sogenannte **Glas-Folie-Module**, besitzen an ihrer Vorderseite eine Glasschicht und an der Rückseite eine Folie.
- **Glas-Glas-Module** haben sowohl an ihrer Vorder- als auch an ihrer Rückseite eine schützende Glasscheibe. Hierdurch sind sie optimal vor äußeren Einflüssen wie Witterung oder mechanischen Belastungen geschützt. Daraus soll sich eine längere **Nutzungsdauer** dieser Module ergeben.
- Glas-Glas-Module sollen resistent gegen **Mikrorisse** sein und die **Garantie** auf diese Module beträgt oft 30 Jahre und nicht 25 Jahre wie bei Standardmodulen. Allerdings macht **nur eine zweite Glasscheibe kein besseres Modul** aus.
- Ein **gutes** Glas-Glas-Modul wird zuverlässiger sein, als ein Glas-Folie-Modul. Es gibt jedoch auch viele mittelmäßige Glas-Glas-Solarmodule, bei denen sich der Vorteil ganz klar relativiert.
- **Gute** Glas-Glas-Module können trotz ihres höheren Gewichts und Anschaffungspreises oft **ökonomische Vorteile** gegenüber konventionellen Modulen generieren. Außerdem sind sie umweltfreundlicher und leichter recycelbar.



Quelle <https://gruenes.haus/glas-glas-module/>

Was passiert bei einem Stromausfall?

Beim **Ausfall des öffentlichen Stromnetzes** schaltet sich auch die Solaranlage automatisch ab, damit nötige Arbeiten am Netz vorgenommen werden können. Denn um die Stromversorgung wieder zu gewährleisten, müssen **alle Leitungen abgeschaltet** sein. Nur so kann ein sicheres Arbeiten ermöglicht werden.

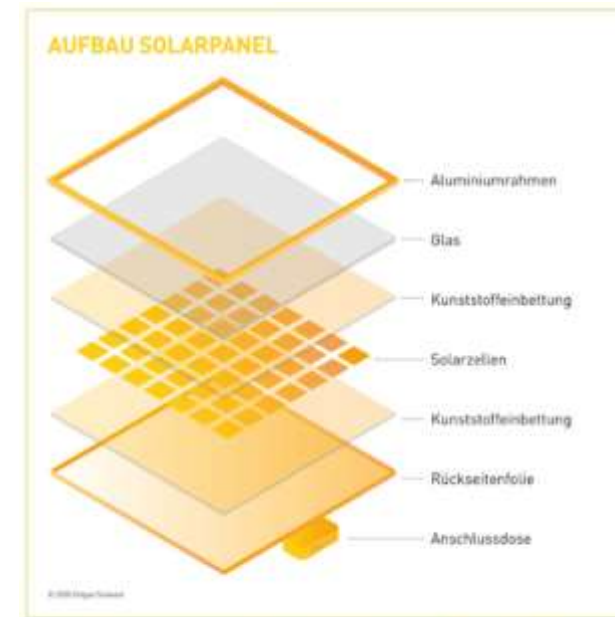
Notstrom oder Ersatzstrom aus der Photovoltaikanlage ist möglich. Dabei muss der **Wechselrichter** geeignet sein um wichtige Aufgaben zu übernehmen. Das gesamte Hausnetz muss dabei manuell oder automatisiert **vom öffentlichen Netz getrennt** werden.

- Bei **Notstrom** wird nicht das gesamte Hausnetz mit Strom versorgt, sondern nur ausgewählte Verbraucher. Der **Wechselrichter** übernimmt dabei die Steuerung und speist nur soviel Strom ein, wie auch verbraucht wird.
- Alternativ kann der Strom auch nur in einen **Stromspeicher** fließen, an den dann die wichtigsten Verbraucher angeschlossen werden.
- Bei **Ersatzstrom** wird weiterhin der gesamte Haushalt mit Strom versorgt. Entsprechend groß muss die Photovoltaikanlage **dimensioniert** sein, was nur selten realisierbar ist.



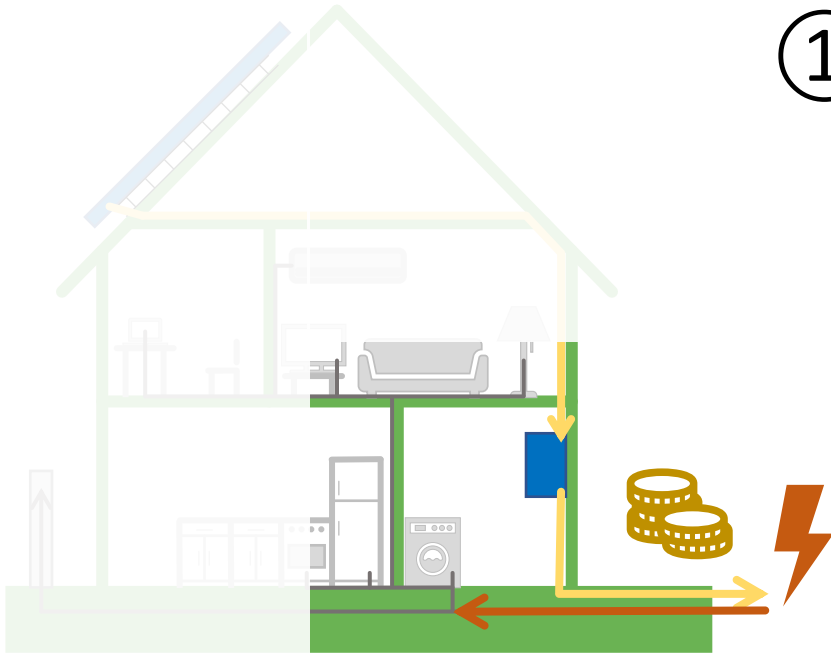
Recycling von Photovoltaikmodulen

- Gut zu wissen ist, dass die **Verringerung der Leistung** von Photovoltaikmodulen über die Jahre weit geringer ist, als von den Herstellern als **Leistungsgarantie** angegeben.
- Solarmodule bestehen aus einzelnen Solarzellen, diese sind in Schichten aufgebaut:
 - **Glasscheibe** aus speziellem **Solarglas** auf der **Oberfläche** zum Schutz
 - **Solarzellen** aus **Silizium**, außerdem die Metalle **Silber, Indium, Gallium, Tellur und Selen** in geringer Menge
 - Die **Solarzellen** sind mit einer Schicht **Kunststoff** ummantelt.
 - Zuletzt folgt eine **Kunststoff-** oder **Glasschicht** zur Kaschierung der **Rückseite**.
 - Außen stabilisiert ein **Rahmen** aus **Aluminium** das Solarmodul
 - Jedes Modul verfügt über eine eigene **Kabelbox** mit **Steckverbindungen**
 - **Ältere Module** können äußerst geringe Anteile an **Blei** und **Cadmium** enthalten.
- **Recycling ist technisch zu 90% möglich**. Vor allem die enthaltenen **Metalle** eignen sich sehr gut dazu. Aufwendig ist das **Trennen der Kunststoffe** von den anderen Materialien.
- Nach der EU-WEEE-Richtlinie (Waste Electrical and Electronic Equipment Directive) von 2012 sind **mindestens 85% der PV-Module** kostenlos zurückzunehmen und zu recyceln.
- Wichtig ist, für alte, noch funktionsfähige Anlagen eine **Weiterverwendung** zu finden und erst im Anschluss die Module dem **Recycling** zuzuführen.



Aufbau eines Solarpanels mit den unterschiedlichen Schichten und verwendeten Materialien. Grafik: Erdgas Südwest

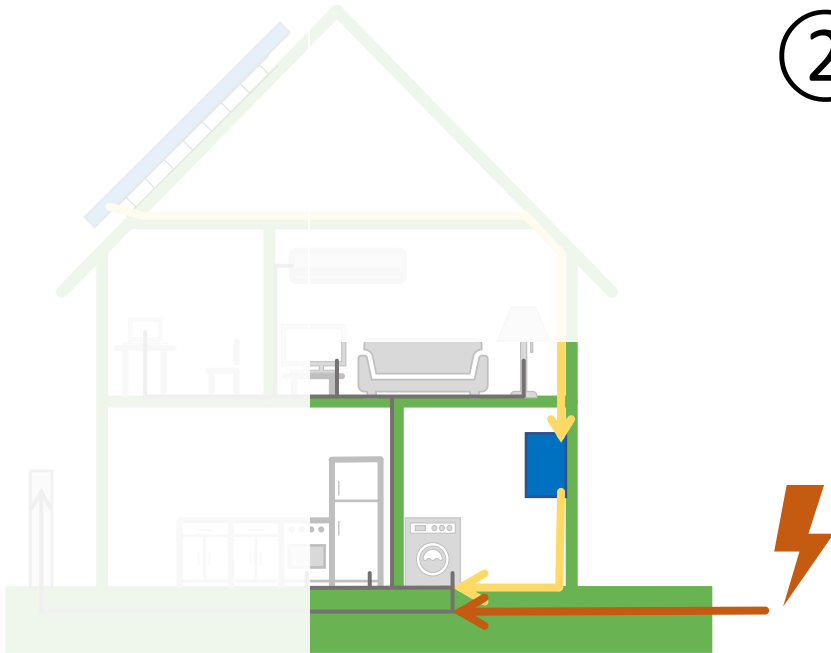
Wie kann eine Photovoltaikanlage genutzt werden?



① Nur Stromverkauf

- Der produzierte Strom wird einem Energiepartner verkauft und in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Dafür erhält man eine Einspeisevergütung
 - Der Strombedarf wird vom Energieanbieter eingekauft
-
- + Geringer Aufwand
 - + Lohnt sich auf Gebäuden mit nur geringem Energieverbrauch
 - + Notstrom- oder Ersatzstrom-Nutzung möglich
-
- Nur bei alten Anlagen sehr lukrativ, hohe Einspeisevergütung
 - Bei neuen Anlagen geringer Ertrag und lange Amortisationszeit

Wie kann eine Photovoltaikanlage genutzt werden?

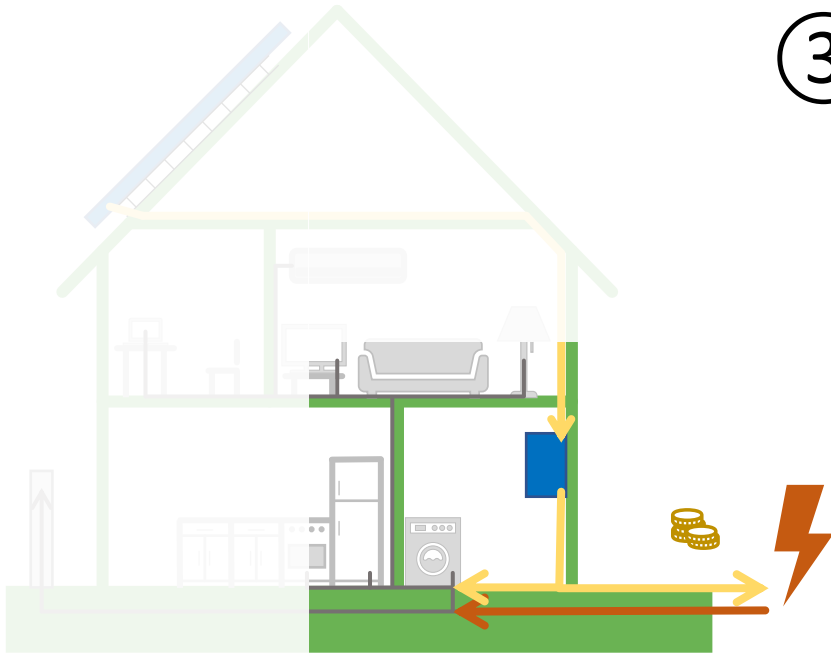


② Nur Eigenverbrauch (Inselanlage)

- Der produzierte Strom wird sofort selbst verbraucht
 - Mehrproduzierter Strom „verpufft“
 - Mehrbedarf an Strom (bsp. nachts) wird eingekauft
-
- + Höherer Ertrag durch Kostenersparnis als bei alleiniger Einspeisung
 - + Erweiterung problemlos möglich, da der Netzbetreiber nicht zustimmen muss
-
- höherer Aufwand für Steuerung
 - Nur möglich, wenn auch tagsüber Bedarf für Strom vorhanden ist, die durchschnittliche Eigenverbrauchsquote liegt bei etwa 10% - 30%.

(Quelle Solaranlagen-Portal)

Wie kann eine Photovoltaikanlage genutzt werden?

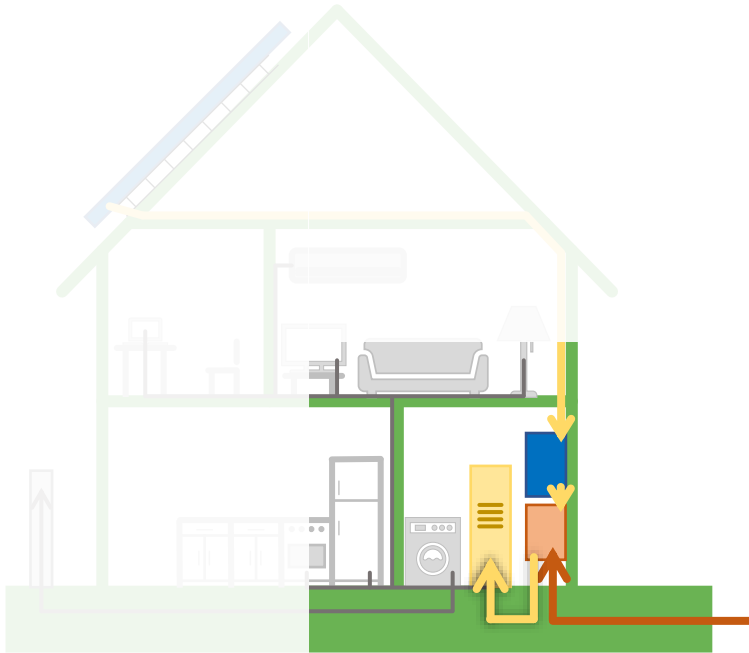


③ Eigenverbrauch - Überschuss wird verkauft

- Der produzierte Strom wird sofort selbst verbraucht, Überschuss wird einem Energiepartner verkauft und in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Dafür erhält man eine Einspeisevergütung
 - Mehrbedarf wird vom Energieanbieter eingekauft
- + Hoher Ertrag durch Kostenersparnis + Einspeisung
- höherer Aufwand für Steuerung
- Die durchschnittliche Eigenverbrauchsquote liegt bei etwa 20% - 50%.

(Quelle Solaranlagen-Portal)

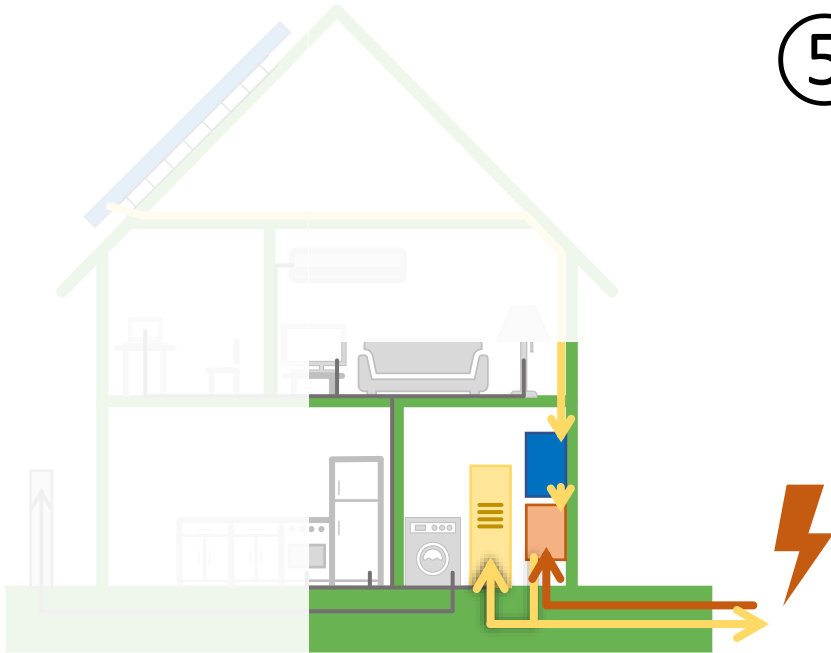
Wie kann eine Photovoltaikanlage genutzt werden?



④ Eigenverbrauch + Stromspeicher (Inselanlage)

- Der produzierte Strom wird sofort selbst verbraucht, Überschuss wird in einem Energiespeicher für später vorgehalten
 - Mehrbedarf wird vom Energieanbieter eingekauft
- + Hoher Ertrag durch Kostenersparnis
 - + Hohe Nutzung des eigenen Solarstroms, Unabhängigkeit bis zu etwa 70% - 80%
 - hoher Aufwand für Steuerung und Speicher

Wie kann eine Photovoltaikanlage genutzt werden?



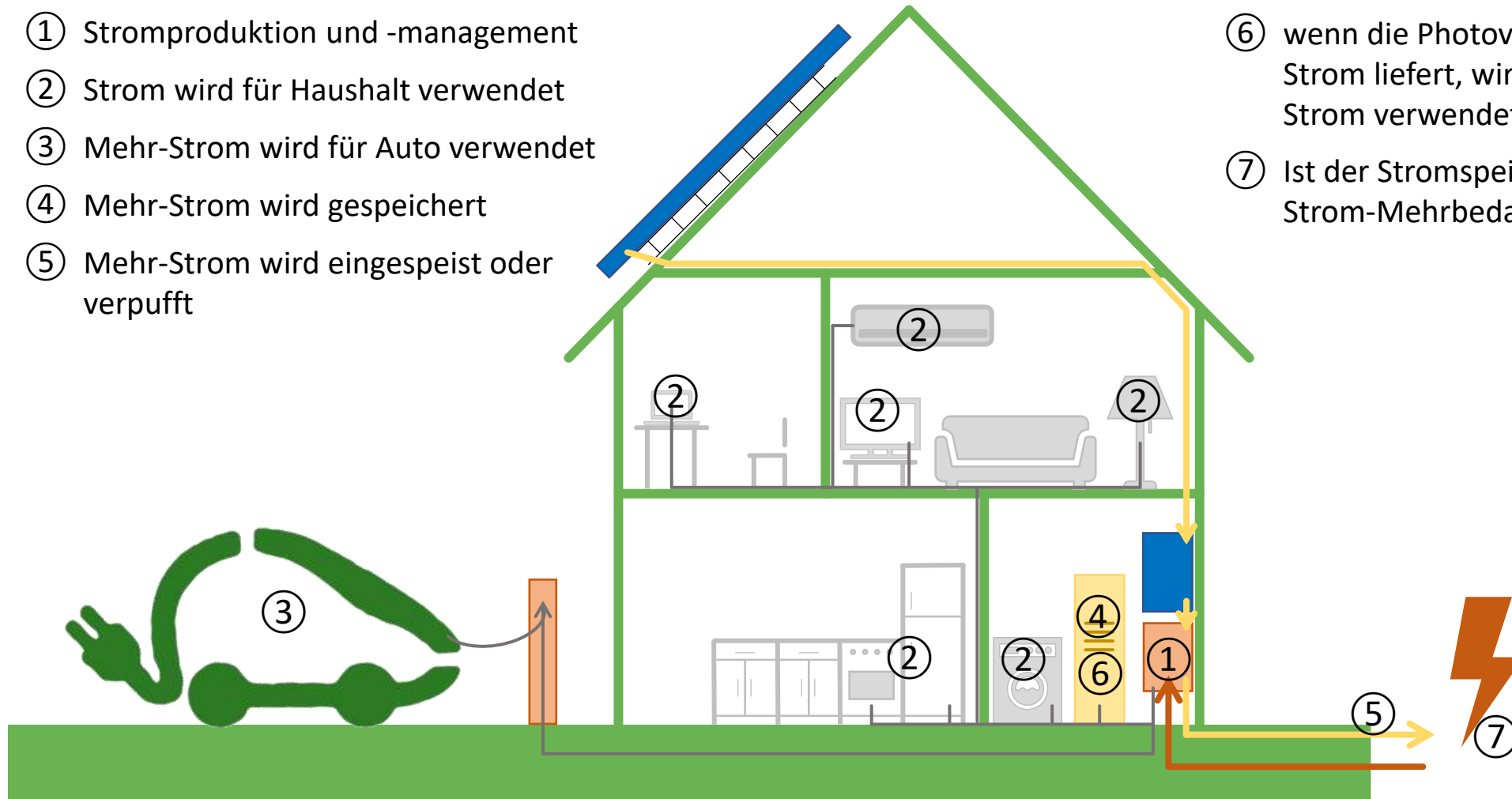
⑤ **Eigenverbrauch + Stromspeicher + Verkauf**

- Der produzierte Strom wird sofort selbst verbraucht, Überschuss wird in einem Energiespeicher für später vorgehalten, weiterer Überschuss wird einem Energiepartner verkauft und in das öffentliche Stromnetz eingespeist.
- Mehrbedarf wird vom Energieanbieter eingekauft
- + Hoher Ertrag durch Kostenersparnis + Einspeisung
- + Hohe Nutzung des eigenen Solarstroms, Unabhängigkeit bis zu etwa 70% - 80%
- hoher Aufwand für Steuerung und Speicher

Photovoltaik – ein Szenario

- ① Stromproduktion und -management
- ② Strom wird für Haushalt verwendet
- ③ Mehr-Strom wird für Auto verwendet
- ④ Mehr-Strom wird gespeichert
- ⑤ Mehr-Strom wird eingespeist oder verpufft

- ⑥ wenn die Photovoltaikanlage keinen Strom liefert, wird der gespeicherte Strom verwendet
- ⑦ Ist der Stromspeicher leer, wird der Strom-Mehrbedarf zugekauft



Stationäre Stromspeicher

Es kann aktuell zwischen **Blei-Akkus**, **Lithium-Ionen-Akkus (Li-Io)** und **Lithium-Eisen-Phosphat-Akkus (LiFePo4)** unterschieden werden

- **Blei-Akkus**: ca. **2.000 - 3.000 Ladezyklen**, Wirkungsgrad ca. 86%, Entladetiefe ca. 80%, in der Anschaffung günstiger
- **Li-Io-/LiFePo4-Akkus**: ca. **4.000 - 7.000 Ladezyklen**, Wirkungsgrad ca. 95%, Entladetiefe 100% (jedoch nicht empfehlenswert), in der Anschaffung teurer
- die **Kosten** für Stromspeicher sinken seit Jahren kontinuierlich und sind mittlerweile für Li-Io-/LiFePo4-Akkus bei unter 1.000 €/kWh angekommen. Aktuell gibt es jedoch eine **Stagnation** der Preise aufgrund der **hohen Nachfrage**.

Quelle: <https://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik/stromspeicher>



Wie groß soll ein Stromspeicher sein?

Die Größe eines Stromspeichers wird anhand des **Strombedarfs** individuell berechnet.

Folgende **Faustregel** gilt für die Stromspeicherdimensionierung:

Haushalte mit durchschnittlichem Stromverbrauch tagsüber:

$$\frac{x \text{ kWh Jahresstromverbrauch}}{1.000 \times 1,2} = x \text{ kWh Speicherkapazität}$$

Haushalte mit geringem Stromverbrauch tagsüber:

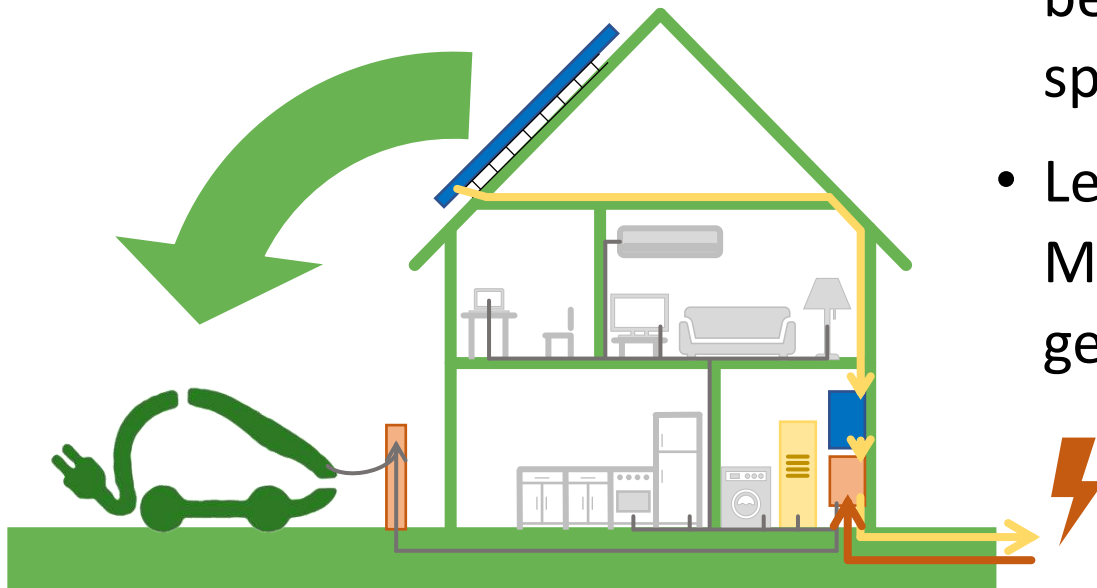
$$\frac{x \text{ kWh Jahresstromverbrauch}}{1.000 \times 1,5} = x \text{ kWh Speicherkapazität}$$



Elektroauto direkt mit Photovoltaik laden

bietet sich an:

- wenn die Einspeisevergütung geringer als der Preis für zugekauften Strom ist.
- wenn das Elektroauto tagsüber zum Laden bereitsteht oder ein zusätzlicher Energiespeicher genutzt wird
- Leider kann der Gleichstrom der Photovoltaik-Module nicht direkt in die Fahrzeugbatterie geladen werden.

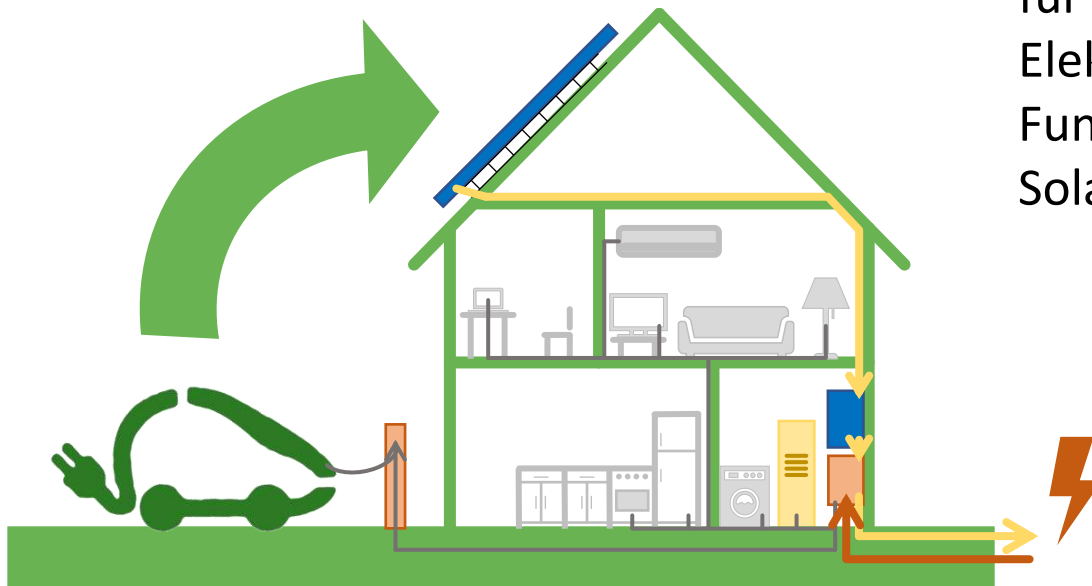


Elektroauto als Stromspeicher nutzen

Vehicle to Home (V2H) – vom Fahrzeug ins Haus

Vehicle to Grid (V2G) – vom Fahrzeug ins Netz

- ein Elektroauto-Akku bietet eine hohe Speicherkapazität.
- Die V2H/V2G-Technik kann die Energiewende massiv unterstützen und auch eine zusätzliche Einnahmequelle für Energieversorgungsunternehmen und Besitzer von Elektroautos bieten. Damit wird sie eine ähnliche Funktion erfüllen wie Batterie-Speicherkraftwerke und Solarbatterien.
- Allerdings ist V2H/V2G derzeit (noch) nicht zugelassen und bidirektionales Laden wird nur von wenigen Fahrzeugherstellern unterstützt.



Solarrechner für Solarstromanteil

Die **Verbraucherzentrale NRW** bietet einen übersichtlichen Rechner, mit dem überschlägig berechnet werden kann, wie viel Solarstrom aus Ihrer Photovoltaikanlage – mit oder ohne Batteriespeicher – im Haushalt und mit einem E-Auto genutzt werden kann.

- <https://www.verbraucherzentrale.nrw/solarrechner>

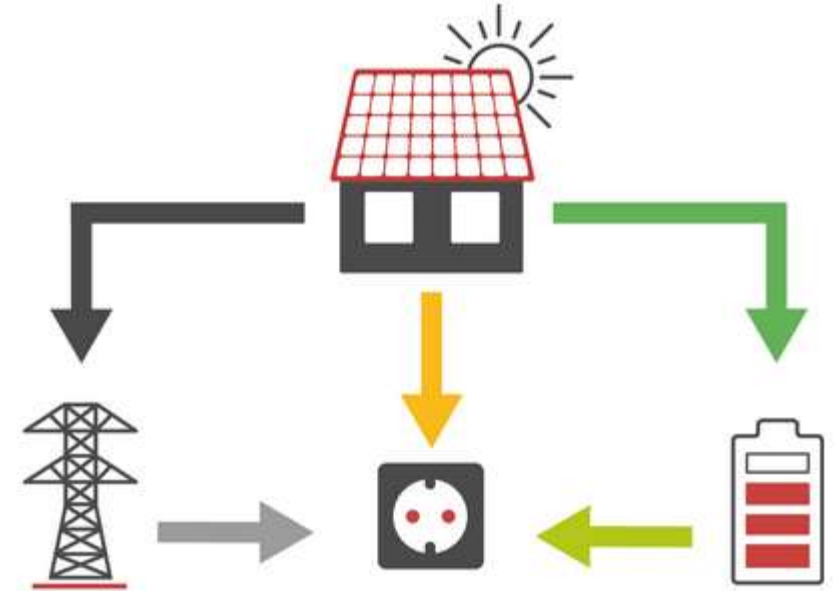


Bild: verbraucherzentrale.nrw

Neuer PV.Rechner

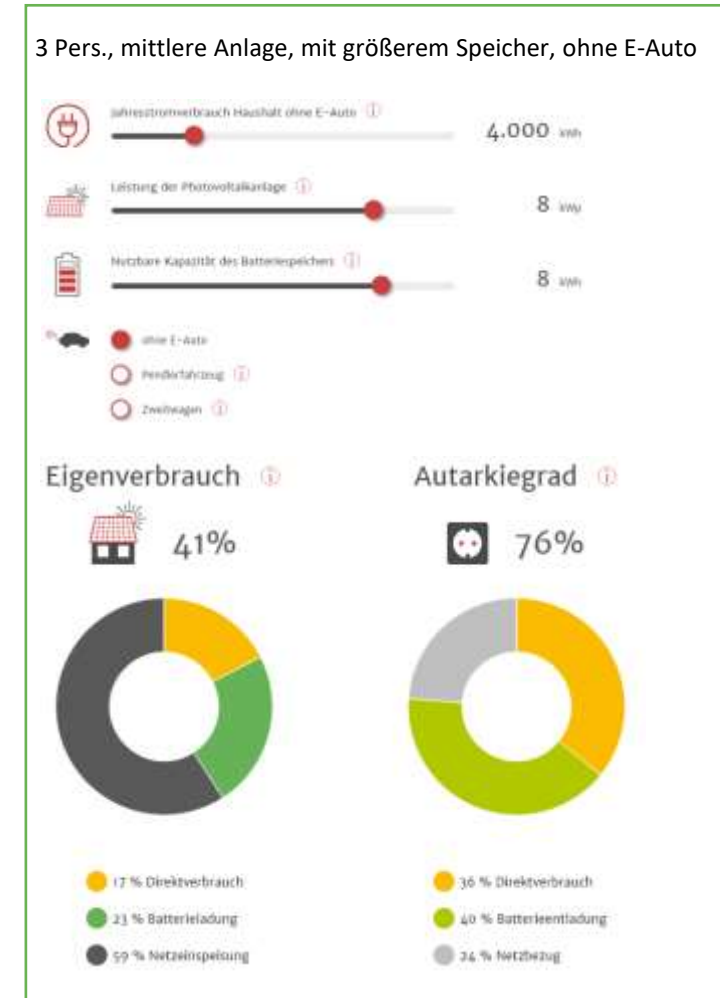
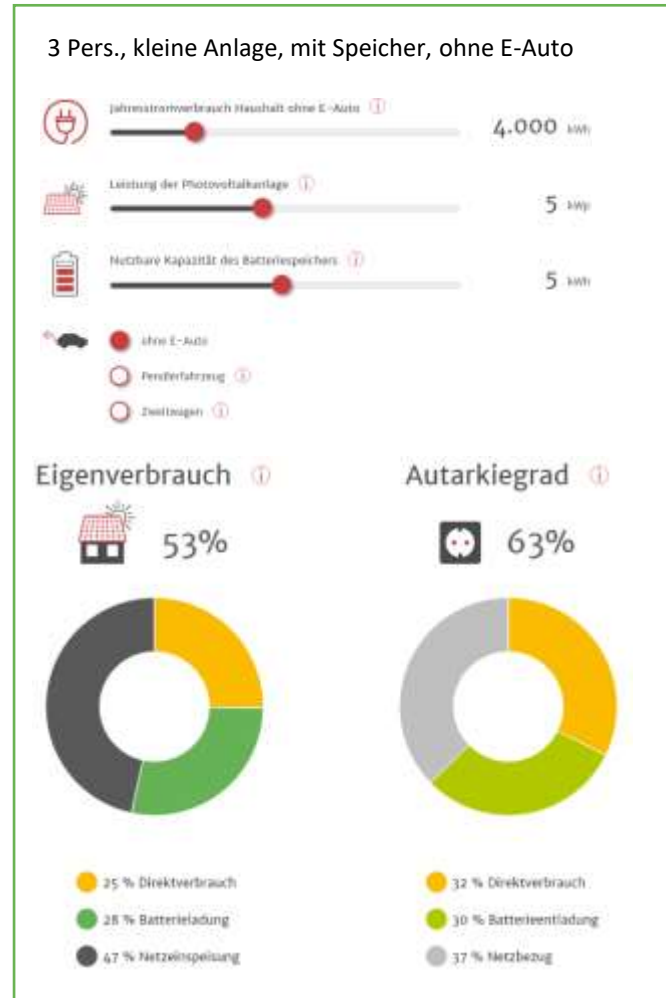
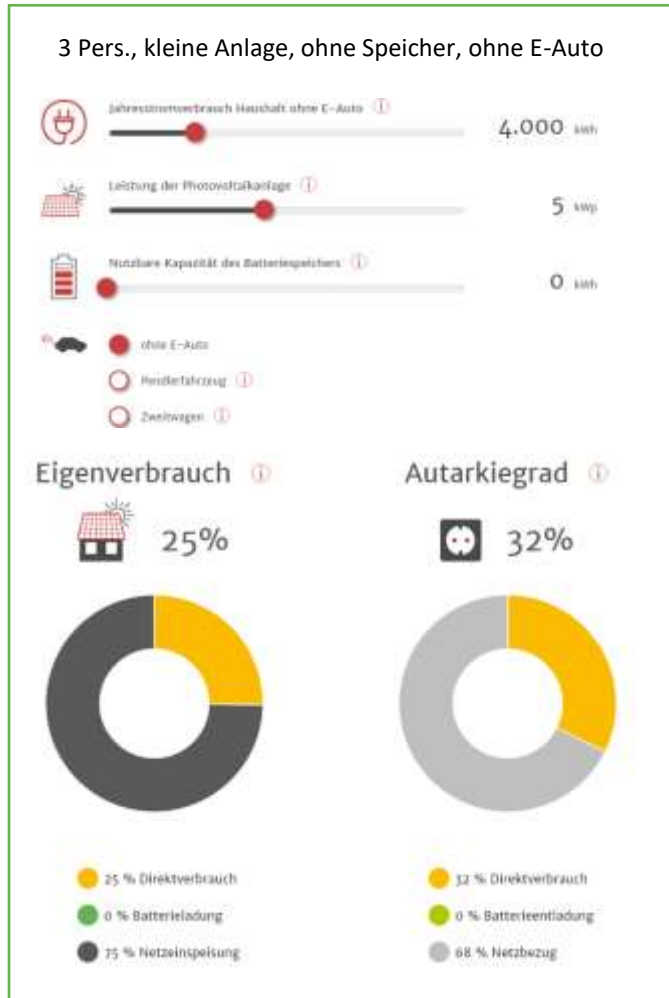
Die **Verbraucherzentrale NRW** bietet einen übersichtlichen Rechner, mit dem überschlägig berechnet werden kann, wie viel Solarstrom aus Ihrer Photovoltaikanlage – mit oder ohne Batteriespeicher – im Haushalt und mit einem E-Auto genutzt werden kann.

- <https://tool.energy4climate.nrw/pv-rechner/>



Bild: verbraucherzentrale.nrw

Solarrechner für Solarstromanteil

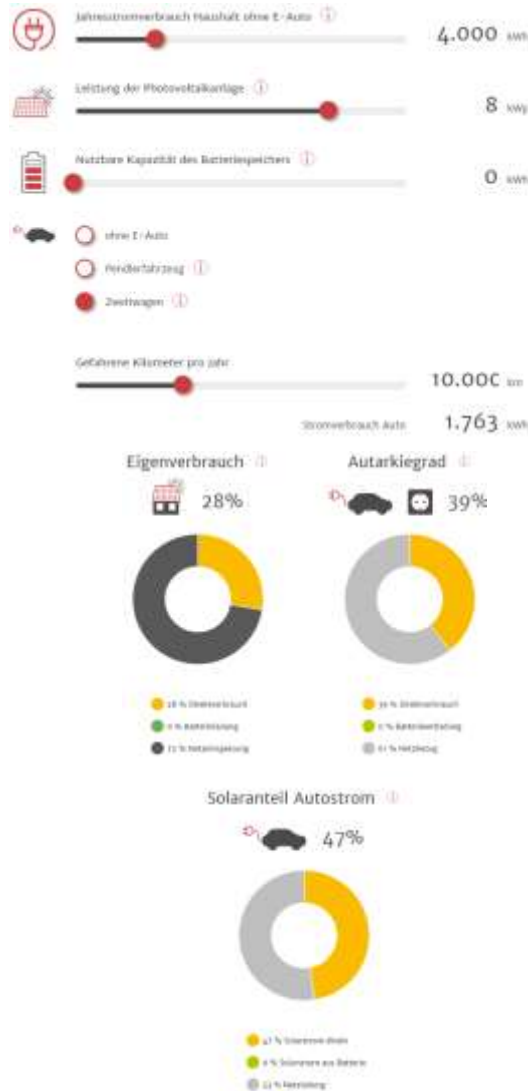


Bilder: verbraucherzentrale.nrw

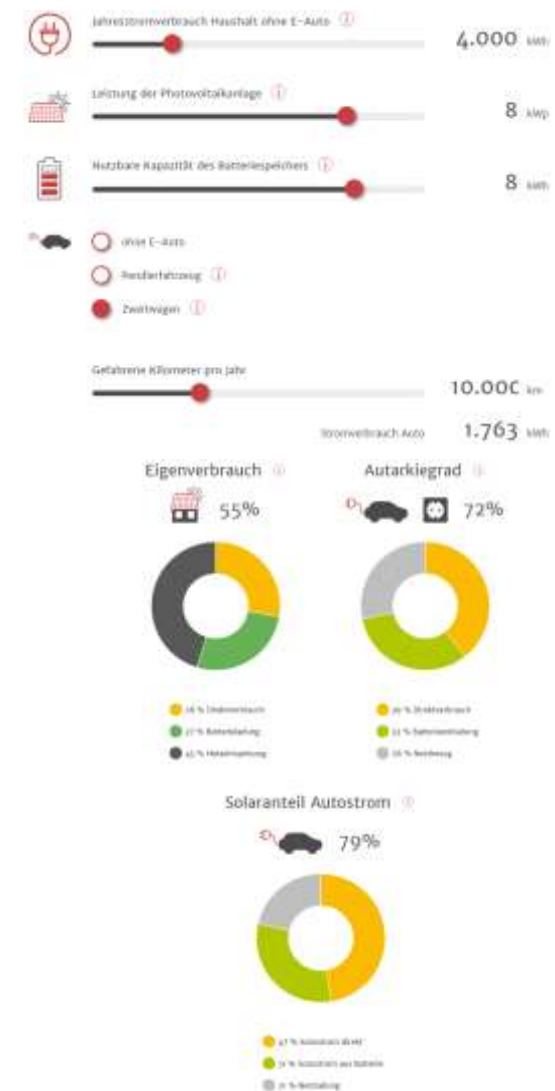
3 Pers., kleine Anlage, ohne Speicher, mit Zweitwagen



3 Pers., mittlere Anlage, ohne Speicher, mit Zweitwagen



3 Pers., mittlere Anlage, mit größerem Speicher, mit Zweitwagen



Bilder: verbraucherzentrale.nrw

3 Pers., kleine Anlage, ohne Speicher, mit Pendlerfahrzeug



3 Pers., kleine Anlage, kleiner Speicher, mit Pendlerfahrzeug



3 Pers., mittlere Anlage, mit größerem Speicher, Pendlerfahrzeug



Bilder: verbraucherzentrale.nrw

unabhängige Solar-Rechner

Auch von weiteren unabhängigen Organisationen und Instituten gibt es verschiedene Solar-Rechner:

- **Solarpotential auf Dachflächen**

<https://www.energieatlas-bw.de/sonne/dachflächen/solarpotenzial-auf-dachflächen>

- pv@now **Wirtschaftlichkeitsrechner** der DGS Franken (Deutsche Gesellschaft für Solartechnik)

<https://www.pv-now-easy.de/pvnow-easy>

- **Solar-Unabhängigkeitsrechner** der HTW Berlin (Hochschule für Technik und Wirtschaft)

<https://solar.htw-berlin.de/rechner/unabhaengigkeitsrechner/>

- **Weitere Rechner** der HTW Berlin

<https://solar.htw-berlin.de/rechner/>

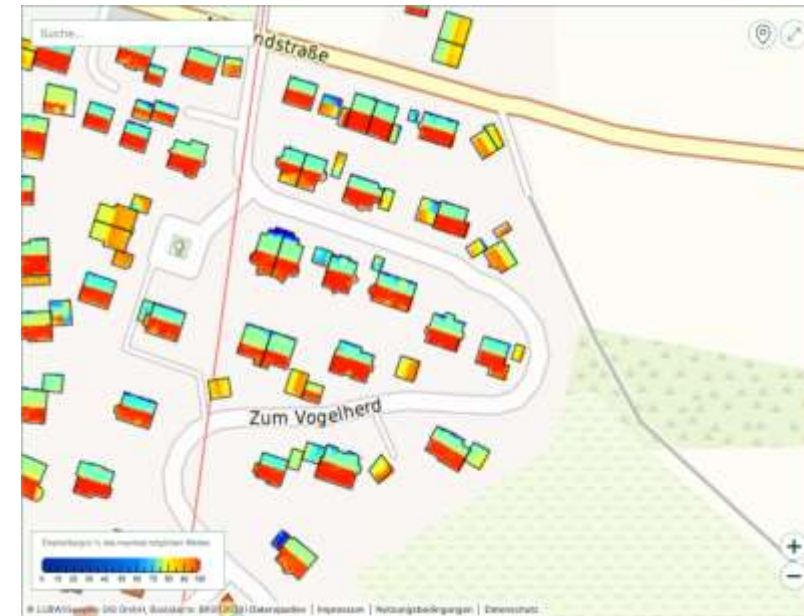


Bild: Solarpotenzial auf Dachflächen

Kommerzielle Solar-Rentabilitätsrechner

Im Internet werden verschiedene **Rentabilitätsrechner von Herstellern** für Photovoltaikanlagen angeboten

- Diese Rentabilitätsrechner sind sehr umfangreich aufgebaut und es können für die Kalkulation teilweise sogar **Standort**, **Dachneigung** und **Dachfläche** angegeben werden.
- Die Rentabilitätsrechner bieten eine gute **Basis** für künftige Kalkulationen
- Diese Rentabilitätsrechner werden von kommerziellen Photovoltaikanlagen-Anbietern oder –Vermittlern bereitgestellt. **Daher ist es sinnvoll, die erhaltenen Ergebnisse kritisch zu prüfen und auf jeden Fall professionell nachrechnen zu lassen.**

So zahlt sich eine Solaranlage für Sie aus



Durch Eigenverbrauch und Einspeisevergütung können Sie mit einer Solaranlage Ihre Energiekosten jährlich um **1.175 Euro** senken.
Wenn Sie zusätzlich einen **Batteriespeicher** integrieren, beträgt der Wert sogar **1.649 Euro**.

Ihr Ergebnis:

	Einspeise ohne Speicher	Einspeise mit Speicher
Für jährlichen Energiebedarf	4999 kWh	
Kalkulierte Größe Ihrer Solaranlage	8 kWp	
Jahresertrag Ihrer Solaranlage	6601 kWh	
So viel Solarstrom können Sie im Haushalt nutzen (Eigenverbrauch)	1372 kWh	3943 kWh
So viel Solarstrom können Sie vom Netzbetreiber beziehen	3407 kWh	1368 kWh
So viel Solarstrom speisen Sie ins öffentliche Netz (Einspeisung)	7127 kWh	4557 kWh
Senkung der Energiekosten durch Eigenverbrauch und Einspeisevergütung (20 kWh)	1.175 €	1.649 €
Senkung der Energiekosten über 20 Jahre Anlagenlebenszeit	23.500 €	32.980 €

Zurück **Angebot anfragen**

Bild: <https://www.sma.de/solarrechner.html>

Photovoltaikanlage mieten?

Angebote: 0 € Anschaffungskosten, 100% Nutzung

- Der **Anlagenvermieter** kümmert sich um die Installation und Wartung
- Es müssen **festе monatliche Beträge** an den Vermieter bezahlt werden. Nach einer festgelegten Dauer (von meist 20 Jahren) geht die Anlage für den symbolischen Preis von 1 € in das Eigentum des Mieters über.
- Wird die Summe an Zahlungen verglichen mit den Kosten bei einer eigenen Anlagen-Installation, so ist das Mietmodell **meist erheblich kostenintensiver** als eine Eigen-Installation.
- **Alle Angebote sind daher sehr sorgfältig zu prüfen und nachzukalkulieren.**
- Rechnen Sie dazu einfach die monatliche Miete auf die Laufzeit um (i.d.R. 20 Jahre) und vergleichen Sie die Gesamtkosten mit einem Kaufangebot. Also:
monatliche Miete x 12 x Jahre Laufzeit <=> Kaufpreis einer Anlage

Beispiel

JETZT ENPAL FLEX BUCHEN
Flexibel in den nächsten 5 Monaten entscheiden

ENPAL RUND-UM-SORGLOS BESTPREIS MIETE
234,50 €
Preis inkl. modernster Standardanwendung 10 kWp PV-Anlage und 10 kWh Speicher

- ✓ D.C. Anschluss oder Vorkasse. Sie zahlen erst, wenn Ihre Anlage für Sie Strom produziert.
- ✓ Inklusive Planung, Anmelde- und Zählerwechsel
- ✓ App-Nutzung mit intelligentem Lastenmodus, Software-Updates und Ökosystem-ready
- ✓ Garantie: Beste Preis-Leistung und schnelle Montage, im Schnitt in 8 Wochen
- ✓ 10 Jahre Topot-Freischwermittlung durch galvanisch beschichtete Montageschrauben
- ✓ 20 Jahre kostenloser 100% Rund-um-Kapex-Service inkl. Austausch von defekten Komponenten wie Speicher, Wechselrichter oder Module
- ✓ 20 Jahre Versicherung und Finanzierung
- ✓ Nach 20 Jahren für 1 € die Anlage erwerben

ENPAL BESTPREIS KAUFEN
27.380,00 €
Preis inkl. modernster Standardanwendung 10 kWp PV-Anlage und 10 kWh Speicher

- ✓ D.C. Anschluss oder Vorkasse. Sie zahlen erst, wenn Ihre Anlage für Sie Strom produziert.
- ✓ Inklusive Planung, Anmelde- und Zählerwechsel
- ✓ App-Nutzung mit intelligentem Lastenmodus, Software-Updates und Ökosystem-ready
- ✓ Garantie: Beste Preis-Leistung und schnelle Montage, im Schnitt in 8 Wochen

Angebot vom 23.05.2023:
10 kWp Anlage + 10 kWh Speicher

$$234,50 \times 12 \times 20 =$$

56.280 €

Was ist eine Strom-Cloud?

Verschiedene Anbieter bieten eine sogenannte Strom-Cloud an

- Ein **Überschuss der Photovoltaikanlage** wird nicht direkt an einen Netzbetreiber verkauft, sondern an ein **Strom-Pool-Netzwerk** geliefert und dort als Guthaben gebucht.
- Wird nun von der Photovoltaikanlage nicht mehr genügend Strom für den Eigenbedarf erzeugt, so kann der im **Strom-Pool** gebuchte Strom wieder abgerufen werden.
- Häufig werden zusammen mit der Cloud auch **Komponenten für Photovoltaik oder Stromspeicher** verkauft.
- **Alle Angebote sind sehr sorgfältig zu prüfen und nachzukalkulieren.**

Sie haben ein Angebot?

Sie haben ein Angebot vorliegen und möchten dieses bewerten?

Was sollte ein Angebot erhalten?

- PV-Module
- Träger, Unterkonstruktion, passende Dachhaken
- Wechselrichter
- Energy-Meter (Energie-Zähler)
- Monitoring + Datenlogger (Software)
- Leistungsoptimierer

Wo gibt es Unterschiede in den Angeboten?

- **Gerüst** mit dabei oder (sogenannt) „bauseits“ gestellt
- DC- und AC-**Überspannungsschutz** mit dabei?
(Besonders interessant bei Gebäuden vor 2018, da dort noch nicht vorgeschrieben)
- **Anlagenversicherung** enthalten oder muss diese gesondert abgeschlossen werden
- **Garantie des Wechselrichters** (2, 5, 12 Jahre Herstellergarantie)
- Möglichkeit und Kosten der **Garantieverlängerung** des Wechselrichters
- Neuer **Zählerkasten** (falls notwendig)
- Können die Leistungsoptimierer auch **Einzelmodulüberwachung**?
- **Anlagen-/Systemdokumentation** nach DIN EN 62446

In manchen Angeboten sind die erwähnten Komponenten zwar aufgelistet, aber mit dem Begriff „alternativ“ gekennzeichnet. Dann sind diese Komponenten nicht in der Angebotssumme enthalten.

Die PV-Fachfirma sollte sich die Gegebenheiten vor Ort anschauen und kennt daher die Anforderungen. Daher sollten auch die Kosten für Aufwand und Material eindeutig und als fester Betrag im Angebot enthalten sein.

Rechnungspositionen „nach Aufwand“ sollten eigentlich nicht aufgelistet sein.

Individuelle Hilfe

Die Seite [photovoltaikforum.com](https://www.photovoltaikeforum.com) ist zwar ein kommerzielles Angebot, bietet jedoch sehr **unvoreingenommene Informationen** und vor allem ein **Forum** zum Austausch mit anderen Photovoltaik-Interessierten.

Es ist eine gute **Anlaufadresse** für alle individuellen Fragen zum Thema Photovoltaik. Ihre Frage zu Ihrer Anlagenplanung stellen Sie im Forum:

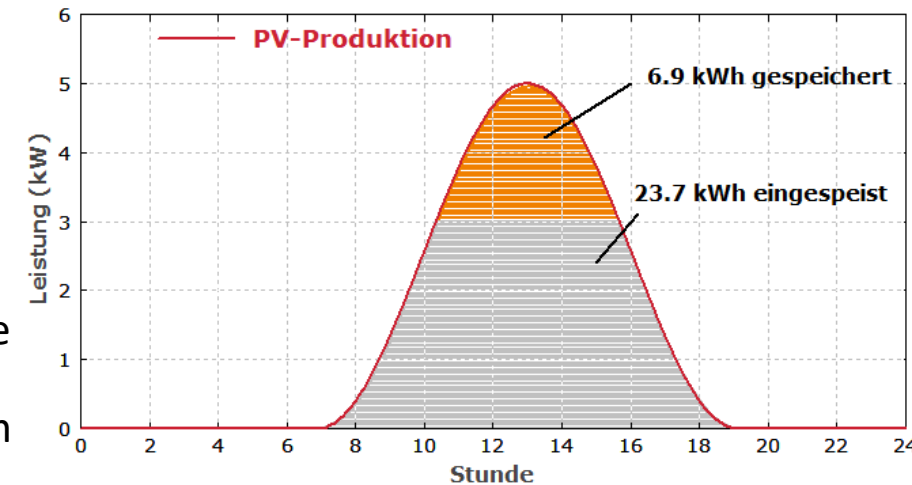
<https://www.photovoltaikeforum.com/board/69-allgemeine-anlagenplanung-eeg-anlage/>



Netzdienliche Stromspeicherung

Mit einer sogenannten netzdienlichen Stromspeicherung kann aktiv zur Stabilisierung des Stromnetzes beigetragen werden

- Auf den ersten Blick bietet es sich an, den eigenen Stromspeicher immer dann zu laden, wenn Überschussenergie vorhanden ist. Dann wäre der Akku oft schon in den Vormittagsstunden voll geladen.
- Für eine **Stabilisierung des Stromnetzes** und um bei Überschussenergie keine nachhaltigen Stromerzeuger wie Windkraft- oder Photovoltaik-Anlagen ausschalten zu müssen, wäre es sinnvoll, den Überschussstrom in den Spitzenzeiten der Stromerzeugung, also zur Mittagszeit, in den Haushaltsspeicher zu laden. Dies wird in erster Linie einfach über eine Zeitprogrammierung gesteuert.
- Ebenso ist es sinnvoll, den Strom dann aus dem Speicher zu **entnehmen, wenn hohe Bedarfe bestehen**, also am frühen Abend.
- Eine noch bessere Stabilisierung des Stromnetzes wird erreicht, wenn die Batteriespeicher der einzelnen Haushalte vernetzt sind und zentral vom Verteilungsnetz-Betreiber gesteuert werden.





Fördermöglichkeiten

Förderung in Baden-Württemberg

Seit 2021 bereits gibt es **die Förderung BW-e-Solar-Gutschein des Landes Baden-Württemberg:**

<https://www.l-bank.de/produkte/finanzhilfen/bw-e-solar-gutschein.html>

Gefördert werden **vollelektrische Fahrzeuge** (PKW, vierrädrige Leichtfahrzeuge) mit Elektro- oder Brennstoffzellenantrieb bis max. 160 kW Leistung mit **1.000 € je Fahrzeug** und (optional) die Anschaffung zugehöriger Wallboxen mit **500 € je Wallbox**

Voraussetzungen:

- Bestellung des Fahrzeugs **ab 1.12.2021**
- Erstzulassung und vorrangige Nutzung in **Baden-Württemberg**
- **Betrieb (oder Inbetriebnahme innerhalb 6 Monate) einer Photovoltaikanlage**
- Mindestleistung der Photovoltaikanlage von mindestens 2 kW pro gefördertem Fahrzeug

Zusatzförderung einer Wallbox

- Bestellung der Wallbox **ab 1.1.2021**, Beschaffungskosten **mindestens 500 €**
- Versorgung der Wallbox durch **eigene Photovoltaikanlage** und **Strom aus erneuerbaren Energien**
- Förderung nur zusammen mit der Förderung eines Elektrofahrzeugs





Balkonkraftwerke

Balkonkraftwerke: Funktion

Ein Balkonkraftwerk bietet eine einfache und schnelle Möglichkeit der Stromerzeugung für den Eigenbedarf

- Sogenannte **Balkonkraftwerke** werden einfach mit einem **Stecker** in das eigene Stromnetz eingebunden.
- Wird Strom erzeugt und selbst verbraucht, so läuft der Stromzähler langsamer, Sie zahlen also weniger Strom.



Bild: Kontext Wochenzeitung

Balkonkraftwerke: Funktion

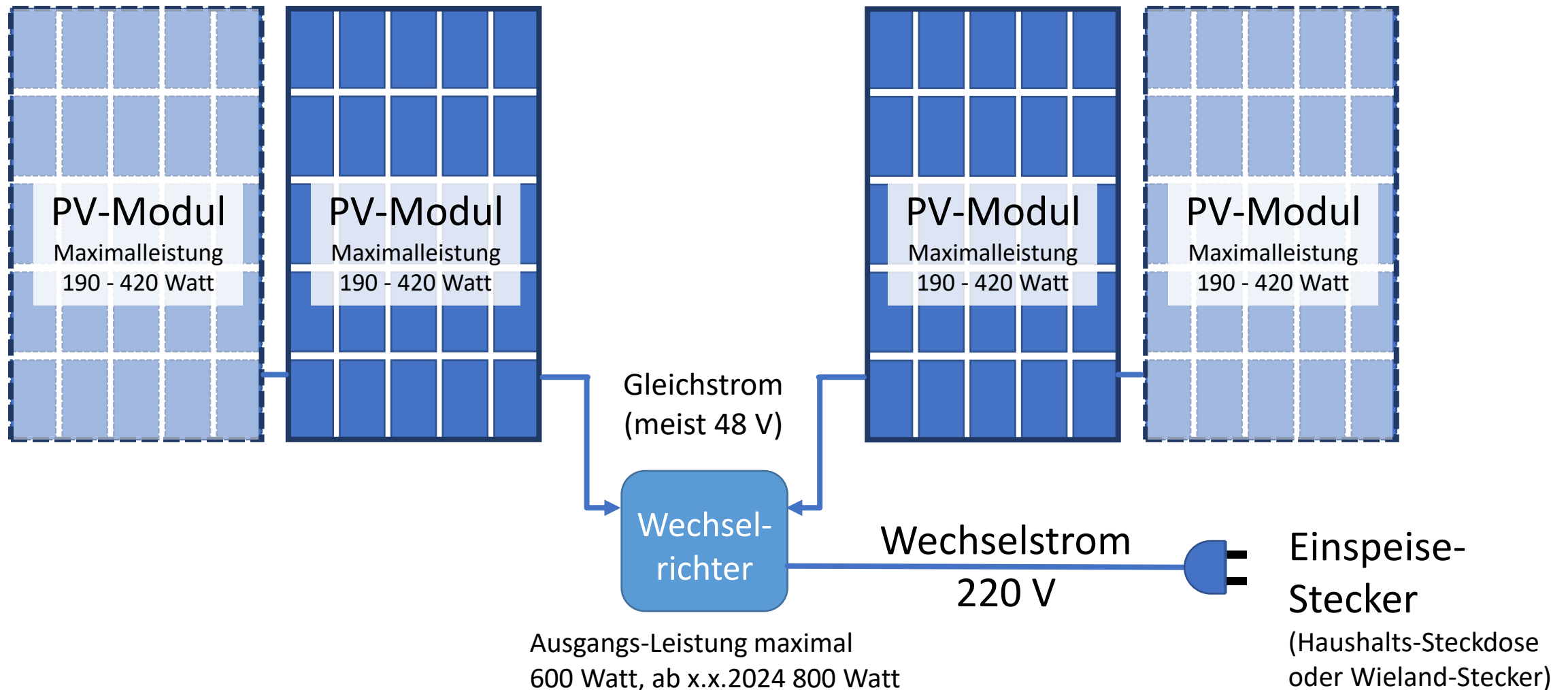
Ein Balkonkraftwerk bietet eine einfache und schnelle Möglichkeit der Stromerzeugung für den Eigenbedarf

- Sogenannte **Balkonkraftwerke** werden einfach mit einem **Stecker** in das eigene Stromnetz eingebunden.
- Wird Strom erzeugt und selbst verbraucht, so läuft der Stromzähler langsamer, Sie zahlen also weniger Strom. Ein **Stromzähler mit Rücklaufsperr**e oder ein **Zweirichtungszähler** ist zwingend vorgeschrieben.
- Balkonkraftwerke bestehen meist aus 1-2 Photovoltaik-Modulen mit je 250-420 Watt. Ein einzelnes Standardsolarmodul an der Südseite angebracht bringt etwa 200 kWh Strom pro Jahr. Bei einem Strompreis von ca. 35 Cent ergibt das eine **Stromersparnis von etwa 70 Euro pro Modul**.



Bild: Kontext Wochenzeitung

Balkonkraftwerk: Bestandteile



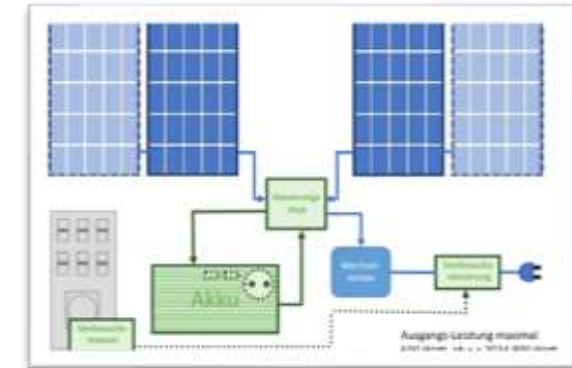
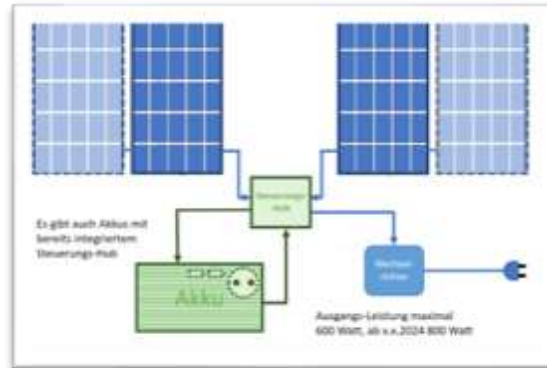
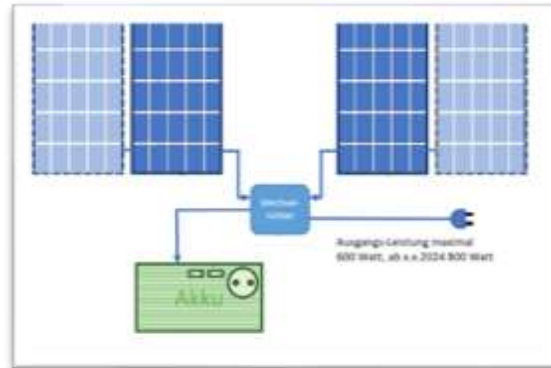
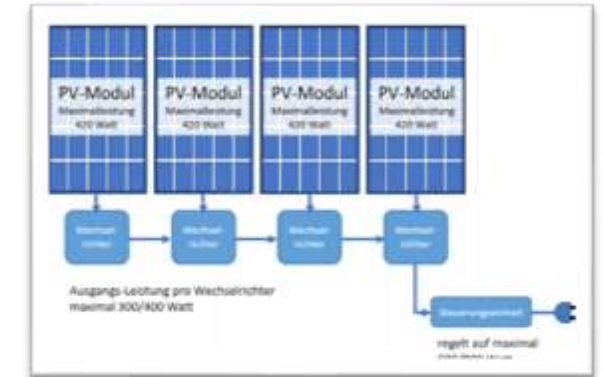
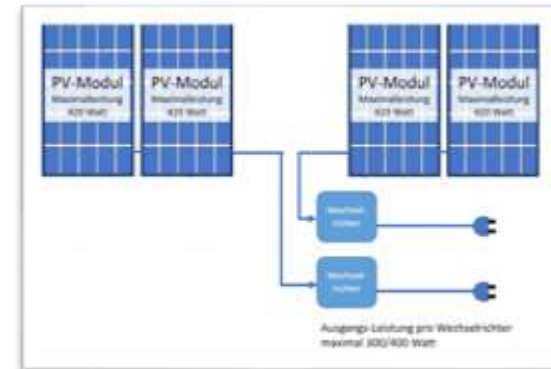
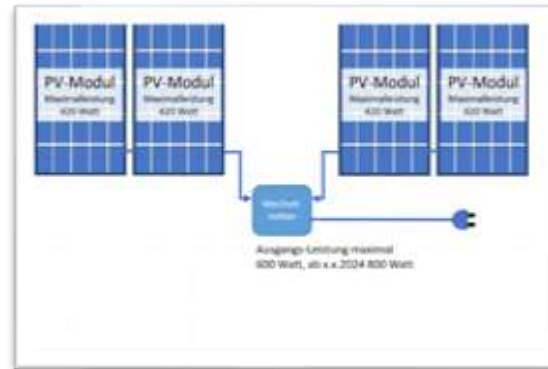
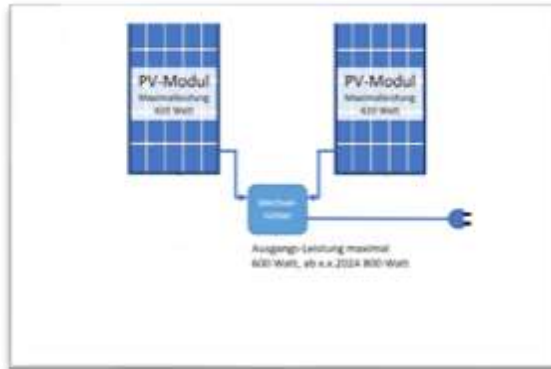
Balkonkraftwerke: Standorte



**Balkonkraftwerke
können auf vielfältige
Art montiert werden**

- **Balkongeländer**
- **Wandmontage**
- **Bodenständer**
- **Dachmontage**

Varianten an Balkonkraftwerken



Zusammenfassung

- Ein Balkonkraftwerk kann bis zu einer Leistung von **600 Watt (ab x.x.2024 800 Watt)** einfach per Stecker angeschlossen werden.
- Für den Anschluss genügt eine (fachgerecht installierte) **Haushaltssteckdose**. Ein sogenannter „**Wieland-Stecker**“ ist nicht erforderlich.
- Der erzeugte Strom wird **direkt in das Hausnetz** eingespeist
- Es kann an mehreren Stellen „**Überschuss-Strom**“ entstehen:
 - Die **Module** können möglicherweise **mehr Strom erzeugen**, als der Wechselrichter einspeisen darf.
 - Wird aktuell nicht so viel Strom im Haus **verbraucht**, wie eingespeist wird, so wird der Strom ohne Vergütung **in das öffentliche Stromnetz weitergeleitet**
- Nur bei einer **sekundengenauen Verbrauchsmessung** und – **einspeisesteuerung** erfolgt in Verbindung mit einem Akku die **maximale Stromausbeute** aus dem Balkonkraftwerk



Bild: Kontext Wochenzeitung

Lohnt sich nun eine Photovoltaikanlage?

Ob sich die Installation einer Photovoltaikanlage wirtschaftlich „lohnt“, hängt von sehr vielen Faktoren ab und muss immer individuell kalkuliert werden.

Es lässt sich auf jeden Fall feststellen, dass die **Wirtschaftlichkeit** mit der **Größe einer Anlage** zunimmt. Ein zusätzlicher Batterie-Speicher muss auf jeden Fall sehr **sorgfältig kalkuliert** werden. Auch die Verwendung einer **Speicher-Cloud** muss genau gerechnet werden.

Für die Umwelt jedenfalls wird sich eine Photovoltaikanlage immer lohnen und sie bietet Ihnen auf jeden Fall ein gutes Gewissen.

Elektromobilität & Photovoltaik

Es gibt noch viel zu tun ...

Ich hoffe, Sie haben mit diesem Vortrag einige Anregungen und Hilfestellungen erhalten können.

Wenn es noch Fragen gibt - gerne ...

Thomas Ströbel

74912 Kirchardt

thomas.stroebel@mobileto.de

Internet <https://mobileto.de>
 <https://thomas-stroebel.de>

Facebook @mobileto.de



Herzlichen Dank für Ihre Zeit

Thomas Ströbel

74912 Kirchartd

thomas.stroebe1@mobileto.de

Internet <https://mobileto.de>

<https://thomas-stroebe1.de>

Facebook [@mobileto.de](https://www.facebook.com/mobileto.de)



Download zum Vortrag:

<https://mobileto.de/elektromobilitaet-photovoltaik/>

Links zu informativen Seiten zum Thema Photovoltaik

- Umfangreiche Informationen zum Thema Photovoltaik
<https://solarcluster-bw.de/de/>
- Umfangreiche Informationen zum Thema Photovoltaik, mit Solarrechner zur Nutzung des Stroms in Haushalt und Elektroauto
<https://www.verbraucherzentrale-bawue.de/wissen/energie/erneuerbare-energien/photovoltaik-was-bei-der-planung-einer-solaranlage-wichtig-ist-5574>
- PV-Stromkostenrechner der DGS HN-Franken e.V.
<https://www.dgs-franken.de/service/stromkostenrechner/>
- Balkon-Photovoltaikanlage
<https://www.photovoltaik-bw.de/pv-netzwerk/pv-themen/stecker-solar-geraete/>
- Photovoltaik und Steuerrecht
<https://www.finanztip.de/photovoltaik/pv-steuer/> (gewerblich)
- Weiterbetrieb von Ü20-Photovoltaikanlagen (wird demnächst auf neuen Stand aktualisiert!)
https://solarcluster-bw.de/fileadmin/Dokumente/Downloads/Solar_Cluster_PV-Netzwerk_BW_Faktenpapier_Ue20-PV-Anlagen_EEG_2021.pdf
- Das Photovoltaikforum – mit Antworten auf die meisten Fragen rund um das Thema
<https://www.photovoltaikforum.com/>
- Sektorenkopplung effizient voranbringen
<https://www.forum-synergiewende.de/sektorenkopplung-reform-energietraegerpreise/>
- Umfangreiche Informationen rund ums Thema Photovoltaik mit Photovoltaik-Rechner (gewerblich!)
<https://www.solaranlagen-portal.com/>

Quellenregister Elektromobilität

- Fracking: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, <https://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewaesser/grundwasser/grundwasserrisiken-hydraulic-fracturing/>
- Feinstäube und Stickoxide bei Verbrennern: Fraunhofer ISI, Karlsruhe, Klimabilanz, Kosten und Potenziale verschiedener Kraftstoffarten und Antriebssysteme für Pkw und Lkw, September 2019, <https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2019/klimabilanz-kosten-potenziale-antriebe-pkw-lkw.pdf> / <https://www.energie-lexikon.info/dieselmotor.html>
- CO₂-Flottenziele: Autozeitung.de, https://www.autozeitung.de/co2-grenzwerte-192003.html#eu:_strengere_co2-grenzwerte_nbsp_f_uuml_r_autos_beschlossen_ / <https://www.vda.de/de/themen/umwelt-und-klima/co2-regulierung-bei-pkw-und-leichten-nfz/co2-regulierung-bei-pkw-und-leichten-nutzfahrzeugen.html>
- Energiebedarf zur Erzeugung von 6 Liter Sprit <https://www.springerprofessional.de/elektromobilitaet/dieselmotor/endenergiebezogene-analyse-diesel-versus-elektromobilitaet/16673694>
- Wasserstoff: Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (IWR), <http://www.iwr.de/wasserstoff/wasserstoff-infos.html> / AMS, 9 Mythen zum Wasserstoffauto, <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/wasserstoffauto-brennstoffzelle-co2-neutral-batterie-lithium> / Elektroauto-News, <https://www.elektroauto-news.net/2020/wasserstoff-e-auto-e-fuels-batterieauto-beste-alternative/> / Wikipedia, <https://de.wikipedia.org/wiki/Wasserstoffspeicherung>
- E-Fuels: Fraunhofer ISI, Karlsruhe, Klimabilanz, Kosten und Potenziale verschiedener Kraftstoffarten und Antriebssysteme für Pkw und Lkw, September 2019 / Elektroauto-News, <https://www.elektroauto-news.net/2020/wasserstoff-e-auto-e-fuels-batterieauto-beste-alternative> / eMobly, <https://emobly.com/de/sonstiges/das-maerchen-vom-sauberen-wasserstoff-auto/>
- Kobalt: Strategiepapier elektrische Pkws – aktueller Stand und zukünftige Entwicklung (V1.5), Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Doppelbauer, Professur für Hybridelektrische Fahrzeuge, Karlsruher Institut für Technologie / Deutsche Rohstoffagentur, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, https://www.deutscher-rohstoffeffizienz-preis.de/DERA/DE/Downloads/m-kobalt.pdf?_blob=publicationFile&v=4
- CO₂-Rucksack: Transport & Environment, How clean are electric cars, <https://www.transportenvironment.org/what-we-do/electric-cars/how-clean-are-electric-cars> / Elektroauto-News, <https://www.elektroauto-news.net/2020/co2-emissionen-eu-vergleich-trotz-kohlestrom-e-auto-nase-vorn/>
- Batterie-Haltbarkeit und Recycling: Fraunhofer ISI, Batterien für Elektroautos: Faktencheck und Handlungsbedarf / Technologie Review, Heise-Online, <https://www.heise.de/tr/artikel/Recycling-Auf-dem-Weg-zum-Oeko-Akku-4535669.html>
- CO₂-Bilanz: CO₂ vs Feinstaub: Umweltbundesamt, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/sieben-fragen-antworten-diesel>
- CO₂-Bilanz: Agora Verkehrswende, Klimabilanz von Elektroautos, <https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/klimabilanz-von-elektroautos/>
- Strombedarf: Manager Magazin 08/2019, <https://www.manager-magazin.de/unternehmen/energie/elektroauto-keine-blackout-gefahr-fuer-die-stromnetze-a-1280563.html>
- Strombedarf/Stromangebot: Umweltbundesamt, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/stromerzeugung-erneuerbar-konventionell>

Quellenregister Elektromobilität (2)

- Reichweite: eFahrer.com, https://efahrer.chip.de/news/reichweitenangst-so-viel-reichweite-benoetigt-ein-e-auto-wirklich_10965
- Ladekarten: eMobly, <https://emobly.com/de/laden/der-emobly-ladekarten-kompass-mai-2020/>
- Ladesäulen-Landkarten: chargemap, <https://de.chargemap.com/map/> / EnBW, <https://www.enbw.com/elektromobilitaet/produkte/mobilityplus-app/ladestation-finden/> / Elektromobilität Heilbronn-Franken e.V., <https://emobil-heilbronn-franken.de/ladesaeulen/>
- Welche Elektroautos gibt es: Elektromobilität Heilbronn-Franke e.V., <https://emobil-heilbronn-franken.de/elektroautos/> E-Fahrer.Chip, <https://efahrer.chip.de/elektroautos>
- Welches Elektroauto passt am besten zu mir: E-Car-Sharing ZE AG, <https://www.zeag-energie.de/carsharing.html>
- Einspeisevergütung: <https://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik/wirtschaftlichkeit/einspeiseverguetung>

Dieser Vortrag enthält Verknüpfungen zu Websites Dritter („externe Links“). Diese Websites unterliegen der Haftung der jeweiligen Betreiber. Der Dozent hat bei der erstmaligen Verknüpfung der externen Links die fremden Inhalte daraufhin überprüft, ob etwaige Rechtsverstöße bestehen. Zu dem Zeitpunkt waren keine Rechtsverstöße ersichtlich. Der Dozent hat keinerlei Einfluss auf die aktuelle und zukünftige Gestaltung und auf die Inhalte der verknüpften Seiten. Das Setzen von externen Links bedeutet nicht, dass sich der Dozent die hinter dem Verweis oder Link liegenden Inhalte zu Eigen macht. Eine ständige Kontrolle der externen Links ist für den Dozenten ohne konkrete Hinweise auf Rechtsverstöße nicht zumutbar. Bei Kenntnis von Rechtsverstößen werden jedoch derartige externe Links unverzüglich gelöscht.

Thomas Ströbel
74912 Kirchardt
thomas.stroebl@mobileto.de
<https://mobileto.de>