

# PV + variable Tarife + bidirektionales Laden

GermanZero-Bundestreffen 19.-21.09.2025

21.09.2025 09:30-10:15 Uhr

Dipl.-Ing. Gerd Heusel

[info@klima-initiative-bad-hersfeld.de](mailto:info@klima-initiative-bad-hersfeld.de)

06621 8010032



# PV Übersicht

1-Familienhaus



Stecker-Solar



Mehrfamilienhaus



Freifläche



Agri-PV



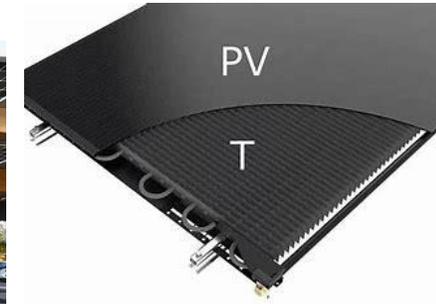
Gewerbedächer



Überdachung Verkehrsflächen semitransparent



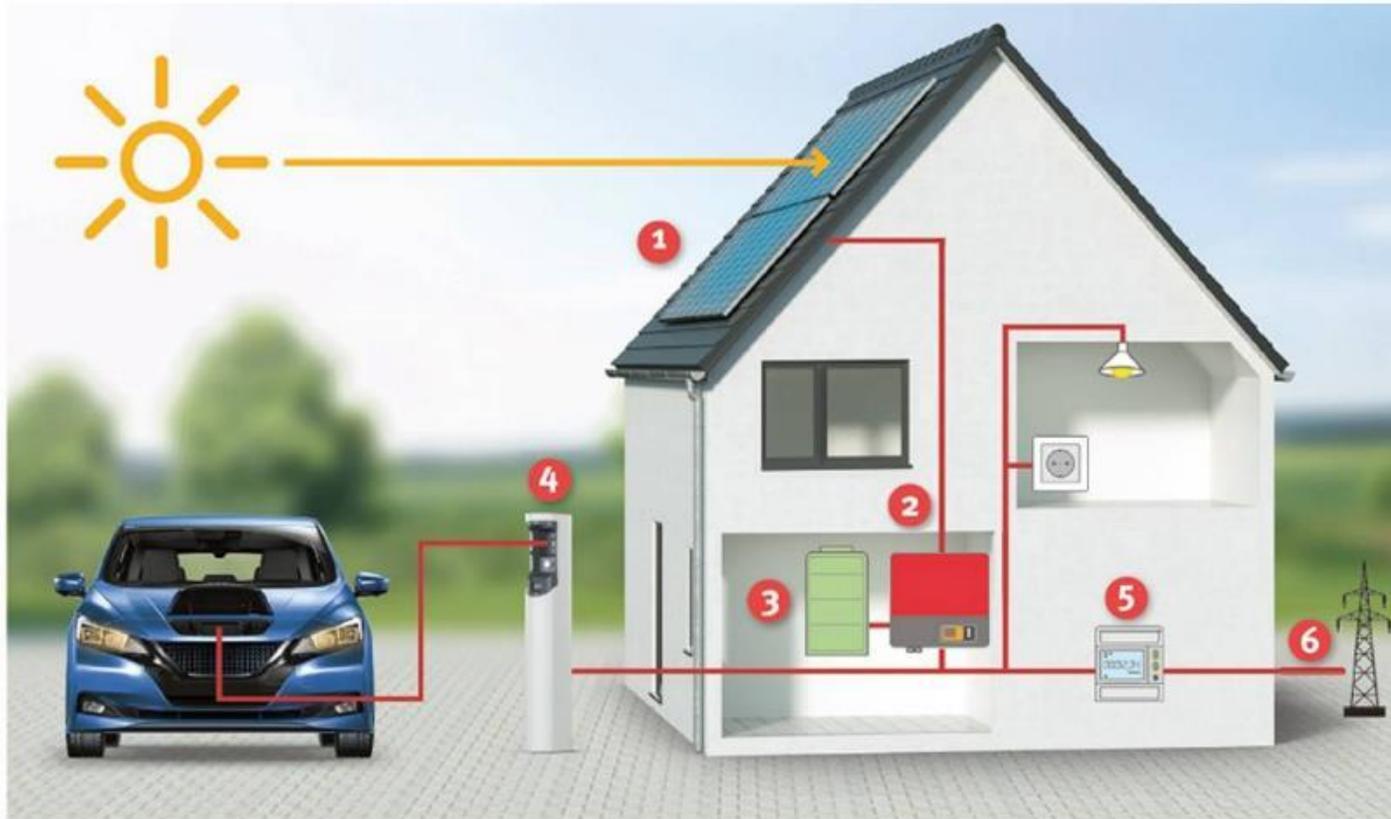
PVT



# Komponenten einer PV-Anlage

Viele Detail-Infos über Solarenergie-Förderverein

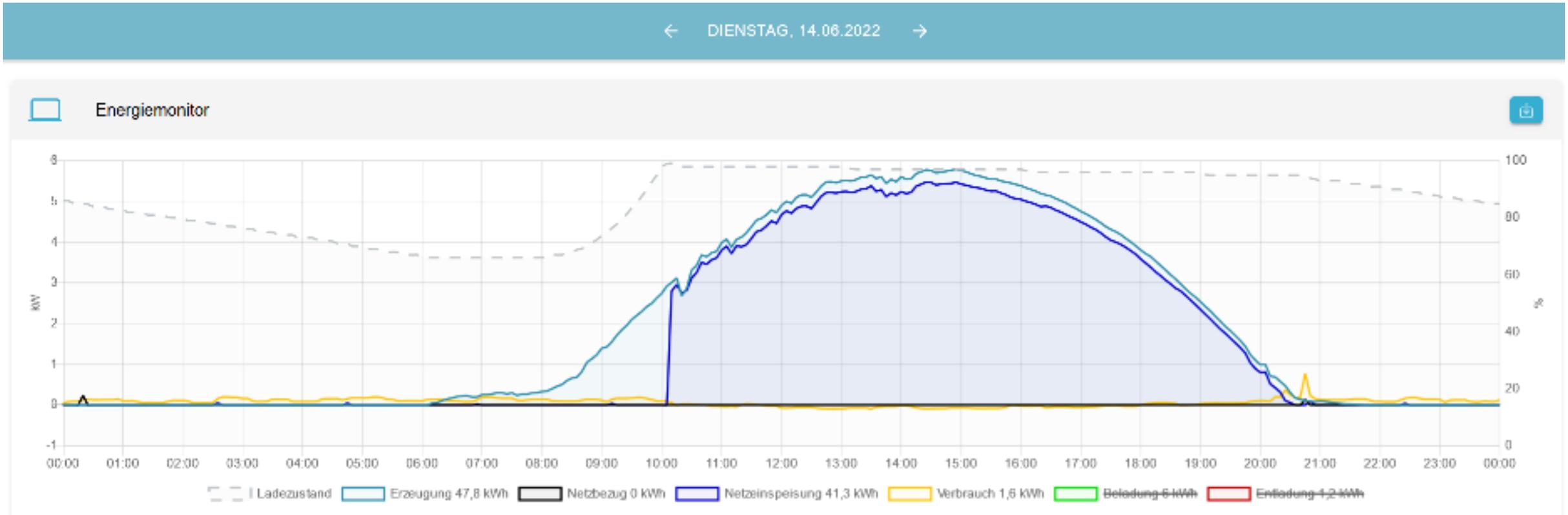
<https://www.sfv.de/>



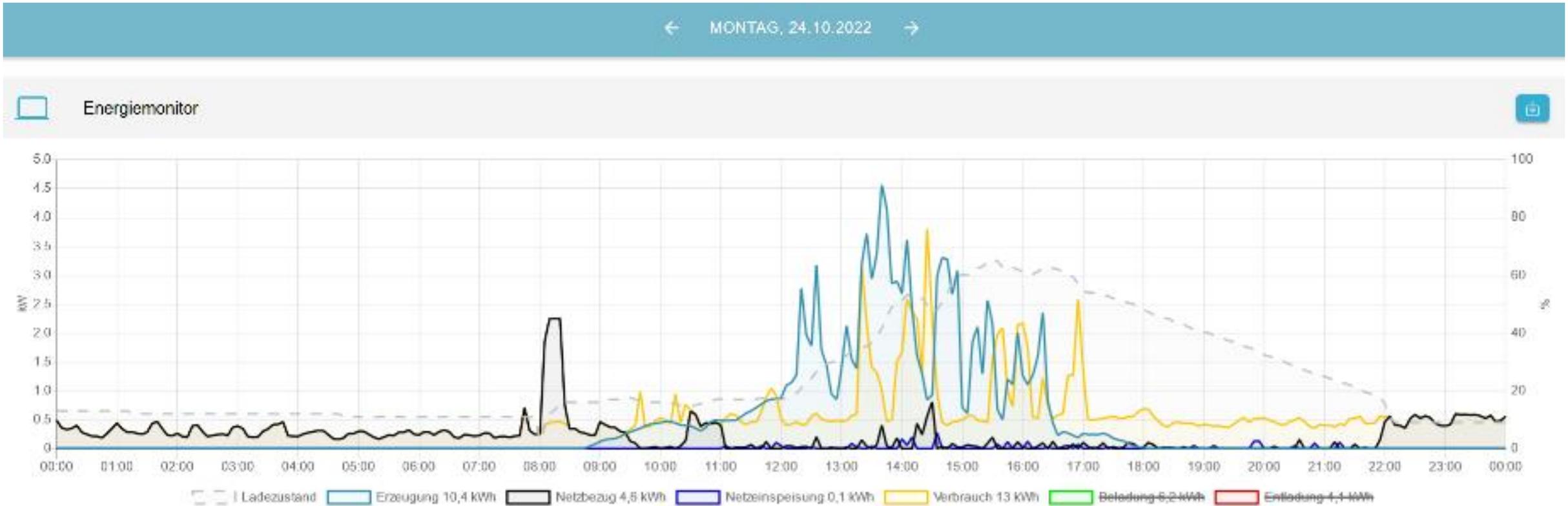
Quelle: Verbraucherzentrale NRW

- 1 Solargenerator
- 2 Wechselrichter (am besten im Keller)
- 3 (opt.) Batteriespeicher
- 4 (opt.) Ladestation für das E-Auto
- 5 Stromzähler für Bezug u. Einspeisung
- 6 Anschluss an das öffentliche Netz

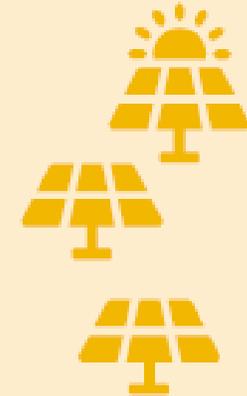
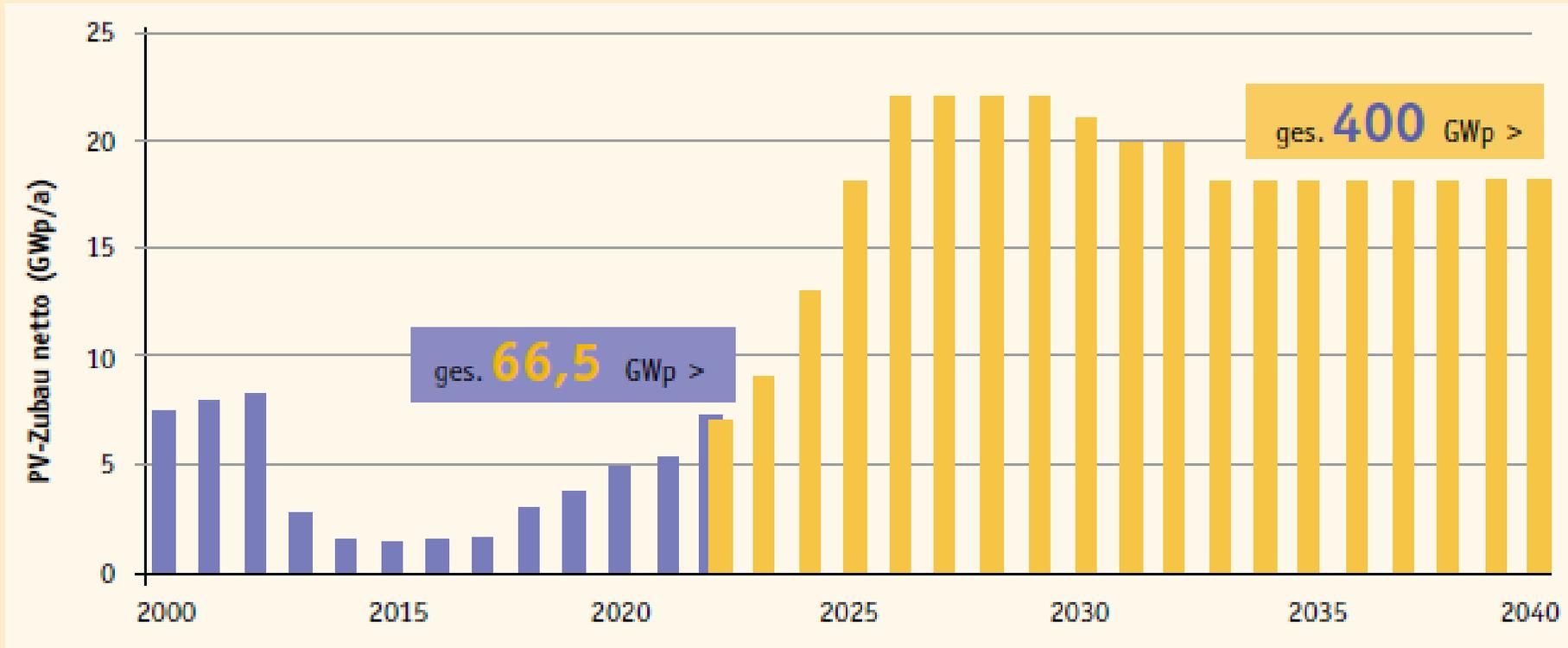
# Ertragsbeispiel Sommertag 7,2 kWp-Anlage Hersfeld Chemnitzer Str.



# Ertragsbeispiel Herbsttag 7,2 kWp-Anlage Hersfeld Chemnitzer Str.



# Mehr Tempo beim Solar-Zubau!



Netto-PV-Zubau: Ist-Werte bis 2022, ab 2023 Ausbaupfad zur Erreichung der gesetzlichen Ziele aus dem Energieerzeugungsgesetz (EEG)

(Quelle: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, ISE 2023)

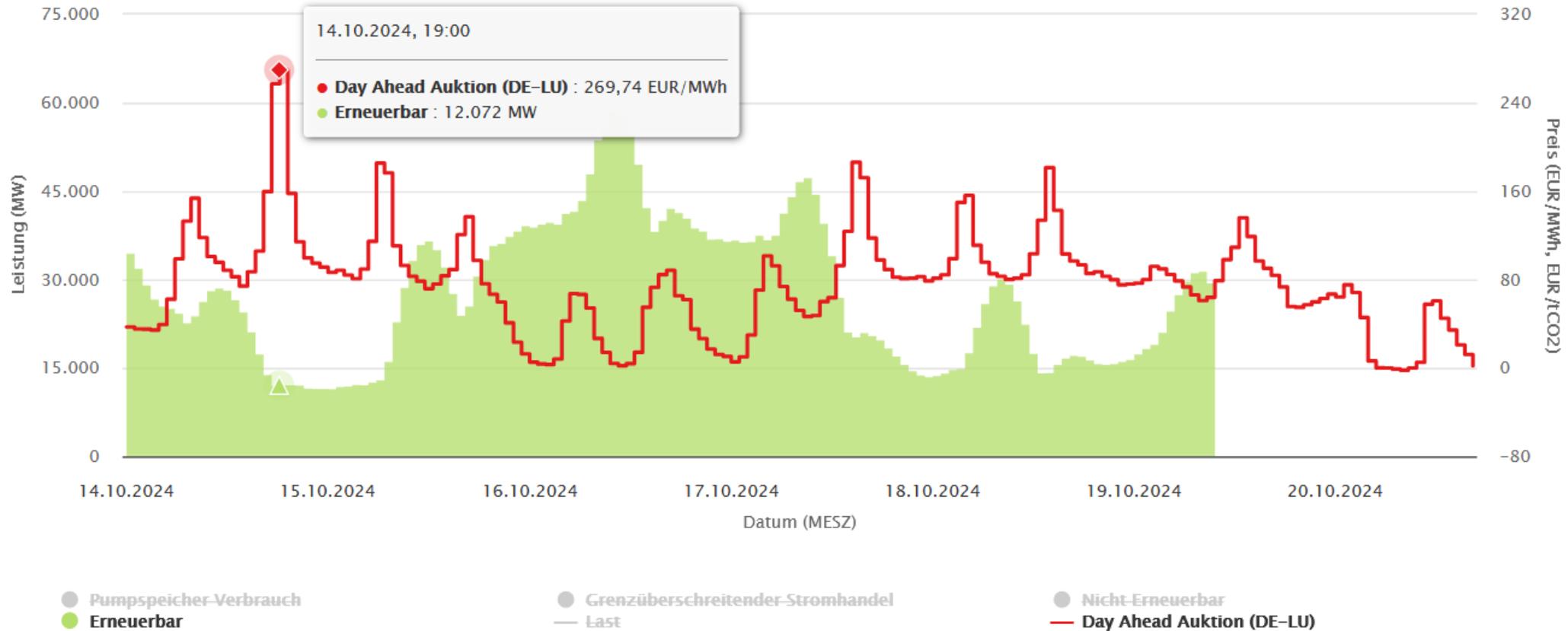
Quaschnig erwartet Ziel 590 GWp siehe <https://www.volker-quaschnig.de/datserv/ren-Leistung-D/index.php>

# Variable Strompreise

- Seit 01.01.2025 müssen Energieversorger ihren Kunden alternativ ein Preismodell mit variablen Preisen anbieten.
- Notwendig ist ein intelligentes Messsystem (Smart Meter)

# Variable Strompreise Börse EEX high

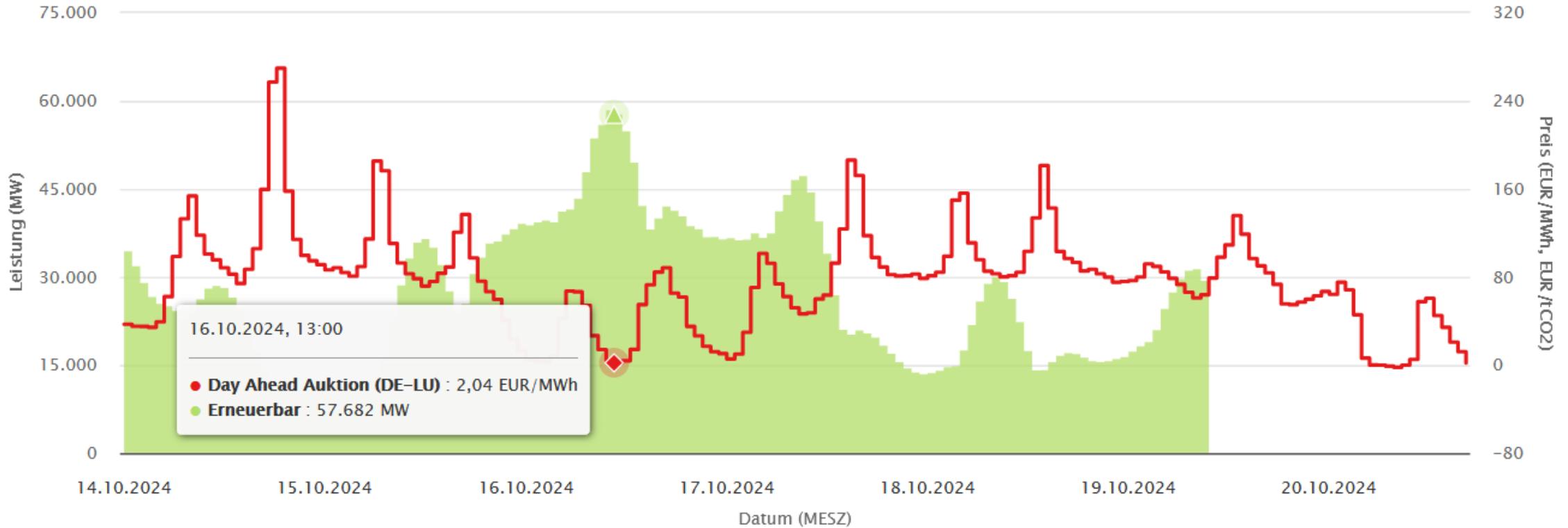
Stromproduktion und Börsenstrompreise in Deutschland in Woche 42 2024



Quelle: [https://energy-charts.info/charts/price\\_spot\\_market/chart.htm?l=de&c=DE&minuteInterval=empty&zoom=plus&timezone=user&year=2024&week=42&legendItems=dy3y5&timeslider=0&enableStepping=1](https://energy-charts.info/charts/price_spot_market/chart.htm?l=de&c=DE&minuteInterval=empty&zoom=plus&timezone=user&year=2024&week=42&legendItems=dy3y5&timeslider=0&enableStepping=1)

# Variable Strompreise Börse EEX low

Stromproduktion und Börsenstrompreise in Deutschland in Woche 42 2024



- Pumpspeicher-Verbrauch
- Erneuerbar
- Grenzüberschreitender-Stromhandel
- Last
- Nicht-Erneuerbar
- Day Ahead Auktion (DE-LU)

Quelle: [https://energy-charts.info/charts/price\\_spot\\_market/chart.htm?l=de&c=DE&minutalInterval=empty&zoom=plus&timezone=user&year=2024&week=42&legendItems=dy3y5&timeslider=0&enableStepping=1](https://energy-charts.info/charts/price_spot_market/chart.htm?l=de&c=DE&minutalInterval=empty&zoom=plus&timezone=user&year=2024&week=42&legendItems=dy3y5&timeslider=0&enableStepping=1)

# Variable Strompreise Wärmepumpe

- Wärmepumpe braucht Wärmespeicher für Heizkreis und/oder Warmwasser
- Häufiges Ein-/Ausschalten (Takten) der Wärmepumpe vermeiden
- Sperrstunden Strom überbrücken
- dynamische Stromtarife nutzen  
Wärmepumpenbetrieb in Stunden mit hohen Strompreisen vermeiden

# Variable Strompreise SG-Ready

## SmartGrid-Ready

- Einbindung Wärmepumpe in intelligentes Stromnetz möglich
- Nutzung überschüssiger regenerativer Energie
- Windkraft- und PV-Anlagen müssen nicht abgeregelt werden
- Regionale Netzüberlastung kann ausgeglichen werden
- Energieversorger und Anlagenbetreiber können von günstigen Stromtarifen profitieren



Foto: Gerd Heusel

Tabelle: Schaltzustände und Betriebsmodi einer Smart Grid Ready Schnittstelle

Schaltzustand	Betriebsmodus	Verhalten
1:0 (K1=1; K2=0)	Zwangsabschaltung	Die Wärmepumpe und die elektrische Zusatzheizung sind aus.
0:0 (K1=0; K2=0)	Normaler Betrieb	Keine Einschränkung auf das Verhalten der Wärmepumpe
0:1 (K1=0; K2=1)	Einschaltempfehlung	Netzdienlicher Betrieb, z. B. indem PV-Überschuss zur Speicherung von Energie im Warmwasserspeicher genutzt wird.
1:1 (K1=1; K2=1)	Zwangseinschaltung	System speichert Energie im Warmwasserspeicher bis zur vorgegebenen Solltemperatur, dann im Pufferspeicher bis zur Solltemperatur.

Quelle: <https://www.energie-experten.org/heizung/waermepumpe/betrieb/smart-grid-ready>

# Bidirektional Laden

- Voraussetzung
  - Elektroauto
  - Wallbox
- Gesetzesänderung notwendig:
  - E-Auto aus rechtlicher Sicht Auto, aber kein Batteriespeicher
  - Steuerliche Gleichbehandlung von stationärem und rollenden Speicher
- Norm ISO 15118-20 seit April 2023
- Ausgleich fluktuierende Energieversorgung
- Erhöhung Eigenverbrauch PV-Anlage
- Hohe Speicherkapazität E-Auto
- Wallboxen für bidirektionales Laden 3-4-mal teurer

# Steckertypen



Typ 2 - Wechselspannung



CCS (Combined Charging System) -  
Gleichspannung



CHAdeMO - Gleichspannung

# Bidirektional Laden Technologie

- Vehicle-to-Load (V2L)  
Auto als Powerbank  
Schuko-Steckdose für Camping, Baustelle o.ä.  
gegenseitige Pannenhilfe

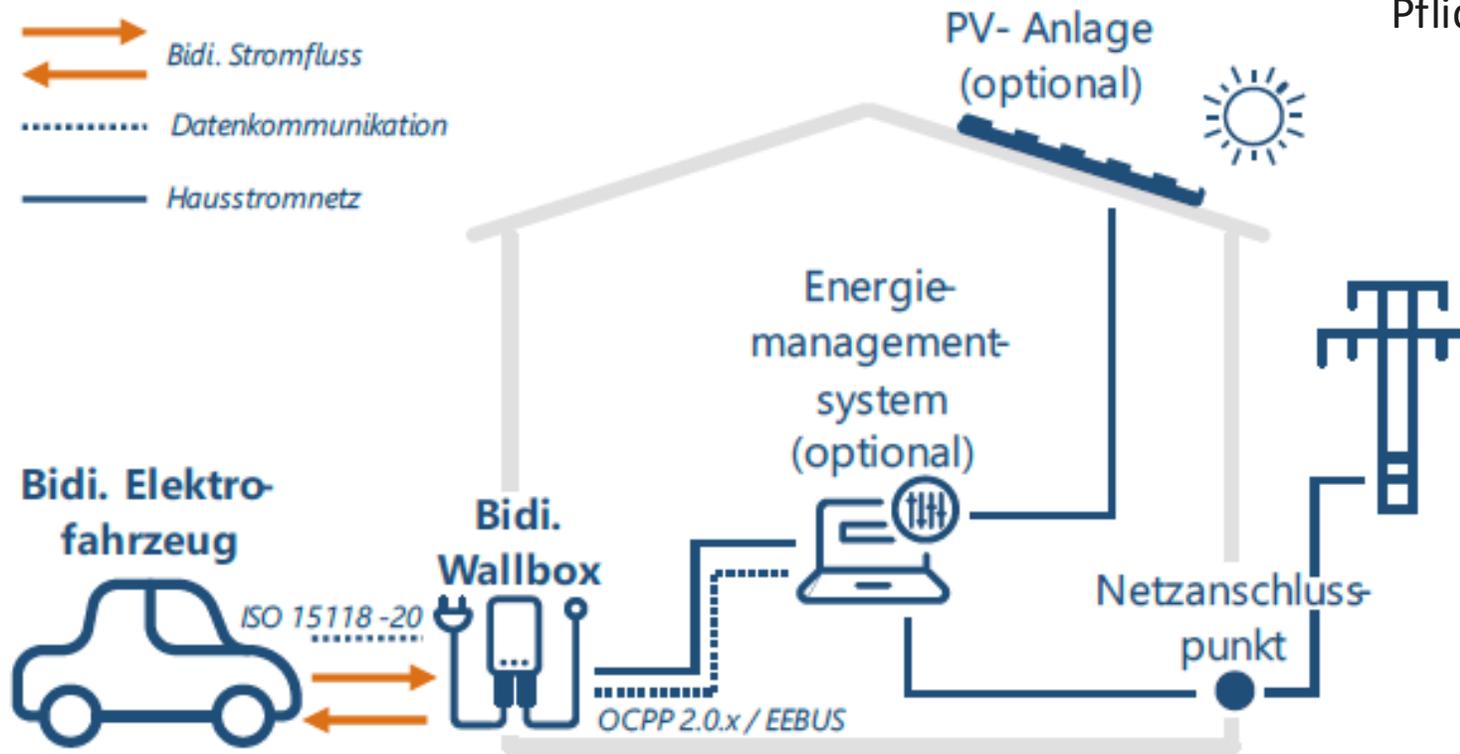
Quelle:

<https://www.myky.ch/de/e-mobilitaet/elektroauto-als-stromspeicher/>  
<https://www.mein-eigenheim.de/solar/elektroauto-als-stromspeicher.html>

# Bidirektional Laden Technologie

- Vehicle-to-home (V2H)  
Rückladen ins Hausnetz

- In Japan seit einigen Jahren Pflicht



Quelle:

<https://www.myky.ch/de/e-mobilitaet/elektroauto-als-stromspeicher/>

<https://www.mein-eigenheim.de/solar/elektroauto-als-stromspeicher.html>

[https://assets.adac.de/image/upload/v1718271500/ADAC-eV/KOR/Text/PDF/ADAC\\_Studie\\_Bidirektionales\\_Laden\\_vypfgh.pdf](https://assets.adac.de/image/upload/v1718271500/ADAC-eV/KOR/Text/PDF/ADAC_Studie_Bidirektionales_Laden_vypfgh.pdf)

# Bidirektional Laden Technologie

- Vehicle-to-Grid (V2G)  
Rückladen ins öffentliche Netz (Zukunftsszenario)  
Abrechnung mit Netzbetreiber noch offen  
In Australien bereits möglich

## Herausforderungen

- Abrechnung mit Stromversorger
- Garantie Batterie wg. häufiger Be/Entladung

Quelle:

<https://www.myky.ch/de/e-mobilitaet/elektroauto-als-stromspeicher/>  
<https://www.mein-eigenheim.de/solar/elektroauto-als-stromspeicher.html>

# Bidirektional Laden Hersteller Auto

Hersteller	Modelle
Audi	Q4 e-tron (geplant)
BMW	iX3 (geplant), i4 (geplant)
BYD	Atto 3, Tang, Han EV
Citroën	C-Zero
Cupra	Born (77 kWh-Modell)
Fisker	Ocean
Ford	F-150 Lightning
Genesis	GV70, GV80
Honda	Honda e
Hyundai	Ioniq 5, Ioniq 6, Kona Electric (2024)
Kia	EV6, Niro EV, EV9, Soul EV (2024)
Lucid Motors	Lucid Air (geplant)
MG	MG4, MG5, Marvel R

Hersteller	Modelle
Mercedes-Benz	EQS, EQE (geplant)
Mitsubishi	Outlander PHEV, Eclipse Cross
Nissan	Leaf, eNV200, Ariya (geplant)
Peugeot	iOn
Polestar	Polestar 3, Polestar 4 (2024)
Renault	Mégane E-Tech, Renault 5 (geplant)
Rivian	R1T (geplant), R1S (geplant)
Skoda	Enyaq, Enyaq Coupé
Tesla	Model 3 (geplant), Model Y (geplant)
Toyota	bZ4X (geplant)
VinFast	VF 8 (geplant), VF 9 (geplant)
Volvo	EX90, XC40 Recharge (geplant)
VW	ID.3, ID.4, ID.5, ID Buzz, ID.7 (2024)

Quelle:

<https://www.mein-eigenheim.de/solar/elektroauto-als-stromspeicher.html>

<https://www.autoscout24.de/informieren/ratgeber/umwelt-und-technik/e-auto-als-stromspeicher/>

<https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/laden/bidirektionales-laden/>

<https://www.e-mobileo.de/bidirektionale-fahrzeuge-liste/>

# Bidirektional Laden Wallbox

Hersteller
Ambibox Ambicharge
BMW DC
dcbel r16
Eaton Green Motion DC 22
Edison E3/DC
Enphase
Entelligent Hybrid
Evtec sospeso&charge
Ford Charge Station Pro
HagerEnergy S 10 E Compact
Juice Booster
Kostal BDL

Hersteller
Mobilize Powerbox
openWB Pro
Quasar 1 und 2
Sigenergy Sigen EV DC
Silla Duke 44 (2 x 22 kW)
SolarEdge
Sono Wallbox
Smartfox Pro Charger 2
sun2wheel two-way
VW   bidirektionaler ID. Charger
Zaptec Go 2

Quelle:

<https://www.mein-eigenheim.de/solar/elektroauto-als-stromspeicher.html>

<https://bidirektionale-wallboxen.de/marktuebersicht/>

<https://www.autoscout24.de/informieren/ratgeber/laden-und-verbrauch/bidirektionales-laden/?msockid=04ad7f7ff2f265d831cc693ff35a64be>

## Bidirektional Laden Hersteller VW

- Bei Modellen ID.x möglich für V2G und V2H ab Batteriekapazität 77 kWh mit ID. Software-Update 3.5
- Einführungszeitpunkt unbestimmt
- Nach Entladedauer > 4.000 h erfolgt Deaktivierung BiDi-Funktion (Batterie-Garantie)
- Nach Entladeenergie > 10.000 kWh erfolgt Deaktivierung BiDi-Funktion (Batterie-Garantie)
- Zulässiger Ladezustand 20-80 %
- Wallbox S10 E COMPACT von HagerEnergy kompatibel

Quelle:

<https://bidirektionale-wallboxen.de/vw-id-grenzen-beim-bidirektionalen-laden/>

<https://bidirektionale-wallboxen.de/vw-id-bidirektional-laden/>

## Bidirektional Laden Hersteller Audi

- Bei Modell Audi Q4 e-tron 40 ist V2H in Planung, V2G Zukunftsfunktion geplant, V2L wird nicht unterstützt
- Einführungszeitpunkt unbestimmt

Quelle:

<https://www.ev-supply.de/blogs/elektroauto-news/audi-q4-e-tron-40-bidirektionales-laden-alle-details>

# Bidirektional Laden Hersteller BMW

- Start ab Ende 2025
- BMW Vision Neue Klasse bietet V2L, V2H, V2G an
- Konzept 'BMW Connected Home Charging' mit 'BMW DC Wallbox Professional'
- V2G wird zusammen mit Kooperationspartner E.ON geplant



Copyright © Eon

Quelle:

<https://www.press.bmwgroup.com/deutschland/article/detail/T0440472DE/neue-energie-fuer-neue-klasse:-e-autos-als-energiespeicher>

<https://insideevs.de/news/713588/bmw-neue-klasse-bidirektionales-laden/>

<https://bidirektionale-wallboxen.de/bidirektionaler-bmw-ix3/>

<https://www.elektroauto-news.net/news/bidirektionales-laden-bmw-eon-starten-v2h-projekt>

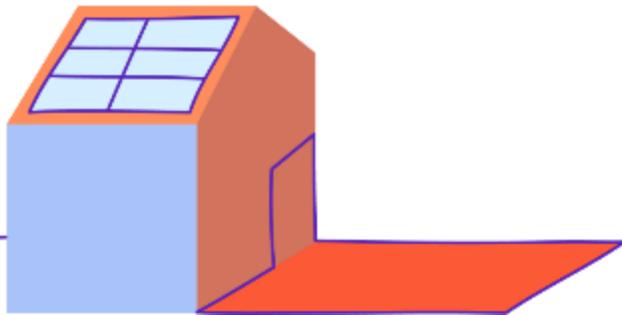
<https://ecomento.de/2024/03/22/bmw-bidirektionales-laden-kommt-mit-neue-klasse-modellen/>

## Bidirektional Laden Hersteller Mercedes

- Mercedes-Benz bietet EQx-Modelle seit mehreren Jahren in Japan an (CHAdeMO)
- Lt. Mitteilung aus 03/2025 Einführung in Deutschland mit der nächsten Generation der Fahrzeuge

Danke fürs Zuhören

# Anhang



# Speicher Hersfeld Chemnitzer Str.

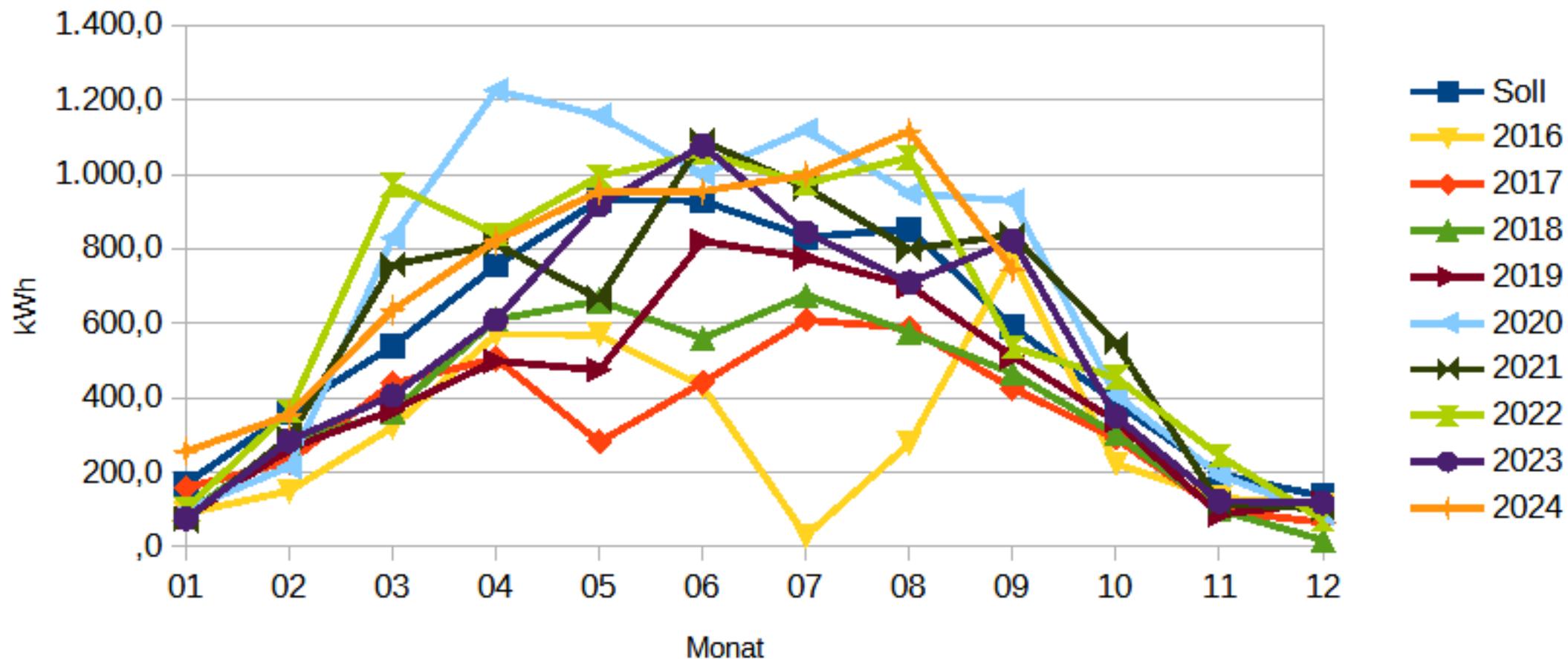
## Eigendeckung

- mit Speicher 59-77 %
- ohne Speicher 25-35 % <sup>1</sup>



# Ertragsbeispiel Jahr 7,2 kWp-Anlage Hersfeld Chemnitzer Str.

PV-Produktion



# Variable Strompreise

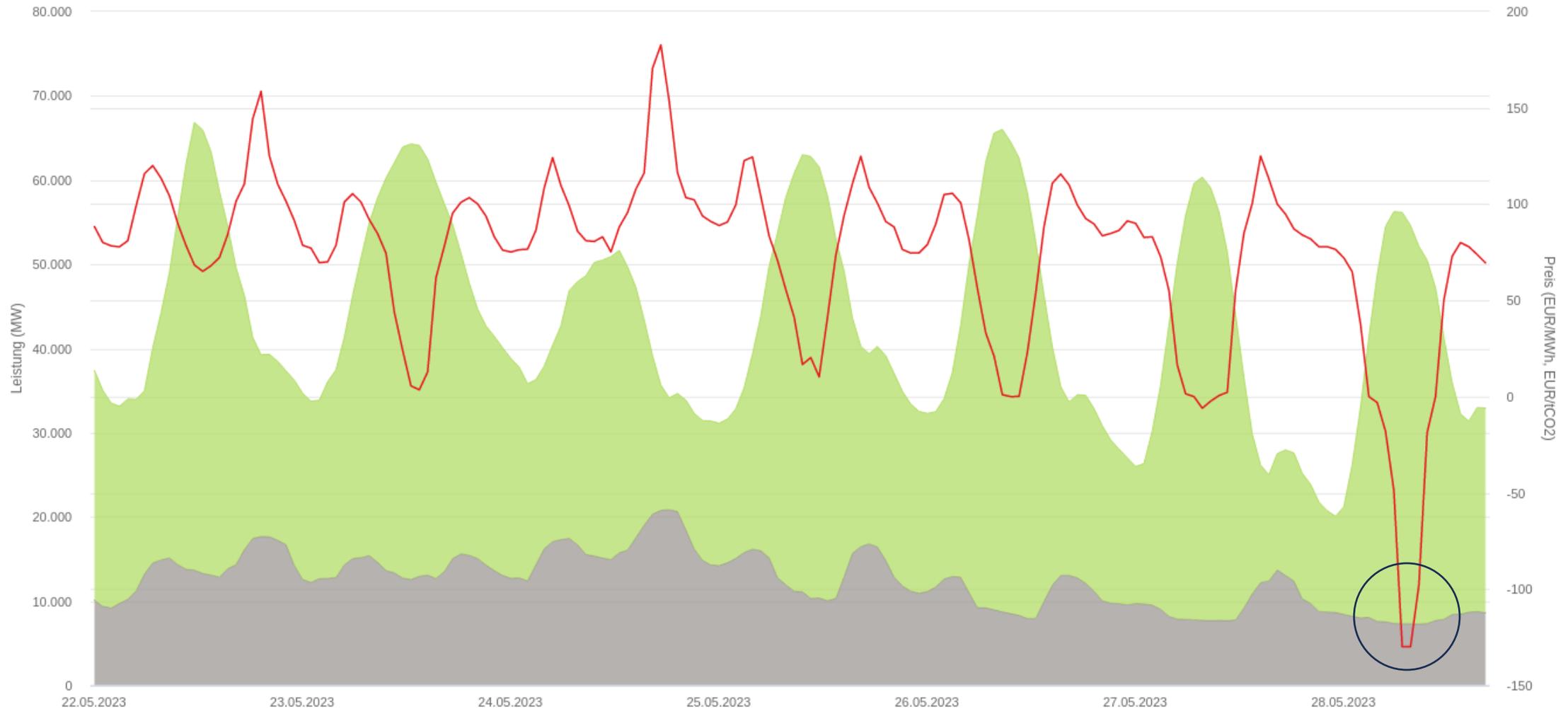
Seit 01.01.2025 müssen Energieversorger ihren Kunden alternativ ein Preismodell mit variablen Preisen anbieten. Notwendig ist ein intelligentes Messsystem.

EnWG § 41a Absatz 1:

Stromlieferanten haben, soweit technisch machbar und wirtschaftlich zumutbar, für Letztverbraucher von Elektrizität einen Tarif anzubieten, der einen Anreiz zu Energieeinsparung oder Steuerung des Energieverbrauchs setzt. Tarife im Sinne von Satz 1 sind insbesondere lastvariable oder tageszeitabhängige Tarife. Stromlieferanten haben daneben für Haushaltskunden mindestens einen Tarif anzubieten, für den die Datenaufzeichnung und -übermittlung auf die Mitteilung der innerhalb eines bestimmten Zeitraums verbrauchten Gesamtstrommenge begrenzt bleibt.

- **Strom wird**
  - in der Mittagszeit häufig billig sein
  - morgens und abends sehr teuer sein

# Variable Strompreise Börse negativ

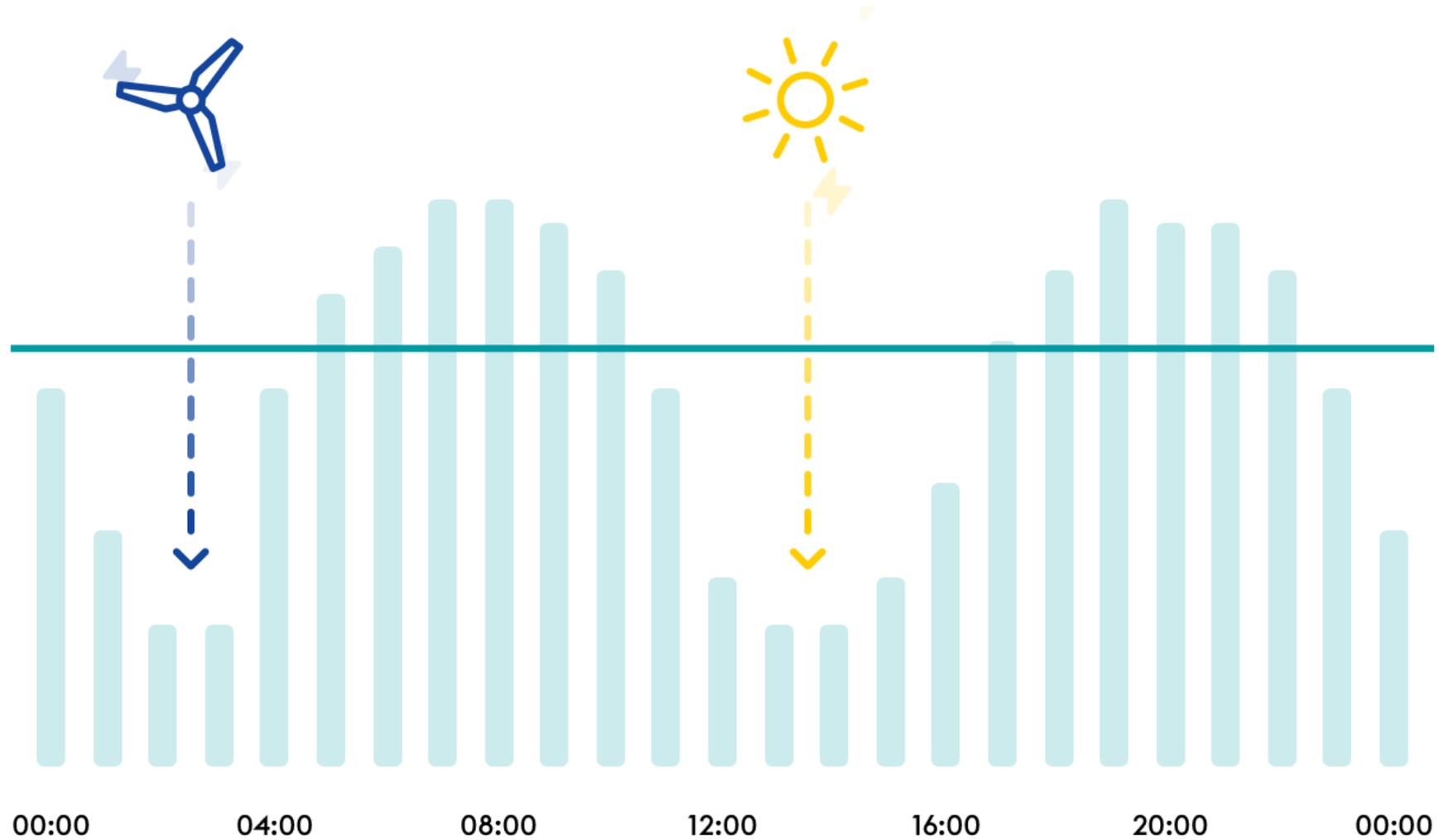


Quelle: Klafka & Hinz Energie-Informations-Systeme GmbH

02.08.2025

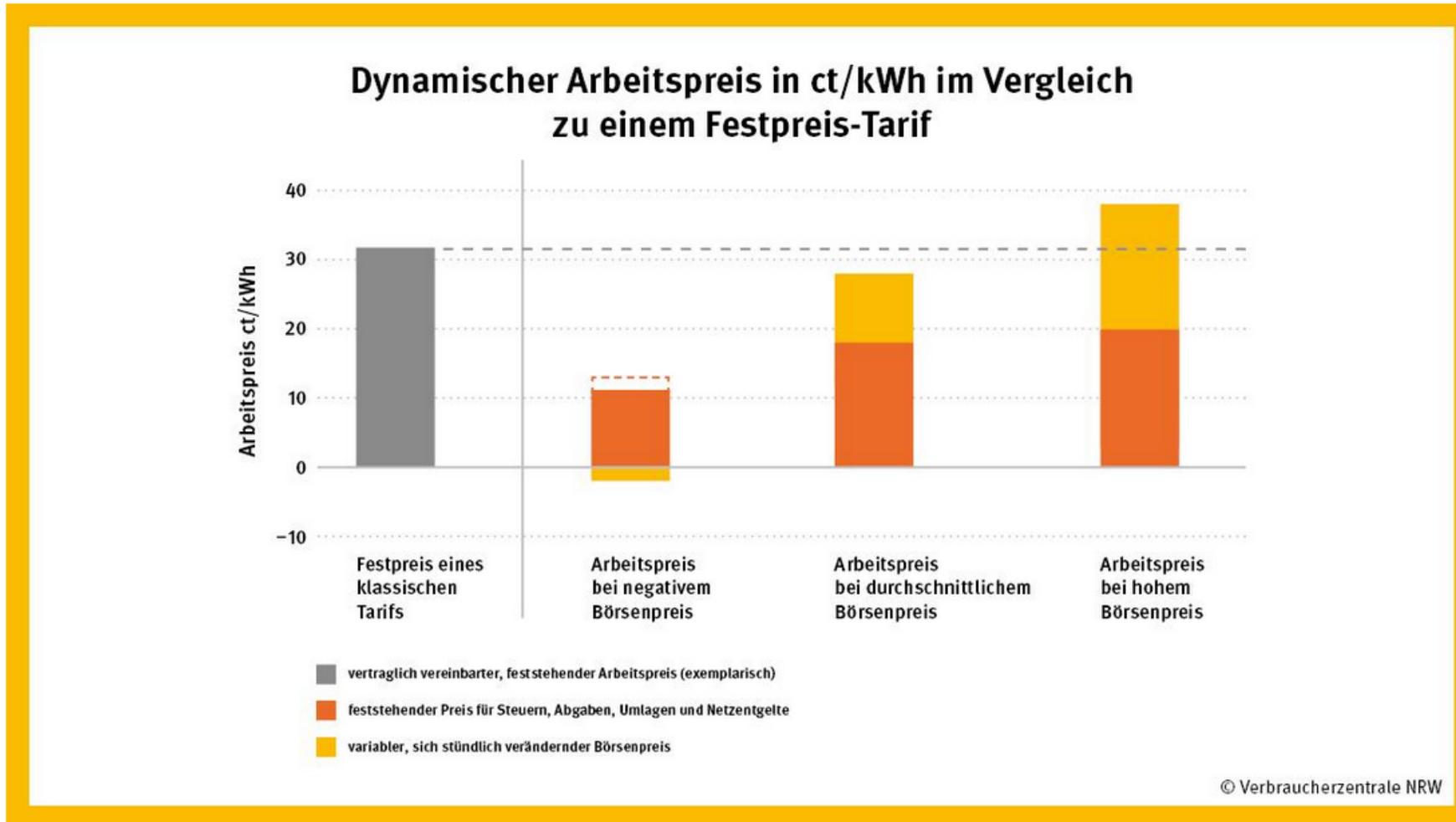


# Variable Strompreise



Quelle: <https://www.enercity.de/magazin/mein-leben/dynamischer-stromtarif>

# Variable Strompreise



Quelle:

<https://www.verbraucherzentrale.nrw/wissen/energie/preise-tarife-anbieterwechsel/dynamische-stromtarife-fuer-wen-es-sich-lohnt-und-worauf-sie-achten-sollten-97836>

06.08.2025

30

# Variable Strompreise Chance

**Anpassungsfähigkeit und Belohnung für Energieeffizienz:** Verbraucher können ihren Energieverbrauch mit dynamischen Tarifen flexibel gestalten. Sie werden finanziell belohnt, wenn sie Energie sparen oder ihren Verbrauch steuern.

**Beitrag zur Netzstabilität:** Verbraucher, die ihren Energiebedarf flexibel anpassen, helfen das Stromnetz zu stabilisieren. Sie können Lastspitzen vermeiden und Erzeugungsspitzen verringern.

**Berücksichtigung von Preisschwankungen:** Dynamische Tarife richten sich nach den Marktpreisen, die sich ändern können. Wenn der Strompreis auf dem Markt sinkt, zahlen Verbraucher weniger für ihren Strom.

**Individuelle Steuerung:** Dynamische Tarife erlauben es Verbrauchern, ihren Energieverbrauch besser zu kontrollieren. Sie können den Tarif an ihre persönlichen Präferenzen und Bedürfnisse anpassen.

# Variable Strompreise Risiko

**Preisschwankungen:** Dynamische Tarife hängen von den Marktpreisen ab, die stark schwanken können. Während niedrige Preise günstig sind, können hohe Preise zu unerwartet hohen Stromkosten führen.

**Komplexität:** Dynamische Tarife erfordern ein gewisses Maß an Wissen und aktiver Kontrolle. Verbraucher müssen sich mit den Preisschwankungen und den Folgen für ihren Verbrauch beschäftigen.

**Unvorhersehbarkeit:** Die Strompreise können unvorhersehbar sein, insbesondere bei unerwarteten Ereignissen wie Naturkatastrophen oder politischen Entwicklungen. Dies kann zu Unsicherheit führen.

**Verhaltensänderungen:** Verbraucher müssen ihr Verhalten ändern, um von dynamischen Tarifen zu profitieren. Dies kann für einige Menschen schwierig sein.

# Bidirektional Laden

- Norm ISO 15118-20 seit April 2023
- Energiewirtschaftsgesetz (seit 01/2024) stuft bidirektionales Laden als „netzdienliche Flexibilität“ ein<sup>1</sup>
- Octopus Energy zahlt einen festen Bonus von 12 ct/kWh für netzdienliches Laden/Entladen<sup>1</sup>
- Ausgleich fluktuierende Energieversorgung
- Erhöhung Eigenverbrauch PV-Anlage
- Hohe Speicherkapazität E-Auto

# Elektroauto



Ladeanschluss



CEE-  
Steckdose



# Bidirektional Laden Tipps



Ein Energiemanagementsystem sollte trotz zusätzlicher Anschaffungskosten immer in Betracht gezogen werden. Es ermöglicht die Umsetzung vieler Anwendungsfälle und die Einbindung von Komponenten unterschiedlicher Hersteller (bspw. auch Wärmepumpen oder stationäre Batteriespeicher). Persönliche Datenschutzansprüche sollten bei der Wahl eines Herstellers einbezogen werden.



Die zusätzliche Nutzung der Fahrzeugbatterie durch bidirektionales Laden sollte nicht als prinzipielles Hindernis gesehen werden. Die durch bidirektionales Laden möglichen Kostenvorteile überwiegen in vielen Fällen gegenüber einer zusätzlichen Batteriealterung.



Bei Kauf eines Heimspeichers sollte ein möglicher zeitnahe Fahrzeugwechsel berücksichtigt werden. Bei Kauf eines bidirektional ladefähigen Elektrofahrzeugs kann der Heimspeicher deutlich kleiner gewählt werden oder in Zukunft komplett wegfallen.



Es sollte bei Neukauf eines Elektrofahrzeugs darauf geachtet werden, dass dieses bidirektionales Laden beherrscht oder in Zukunft mittels Softwareupdate (Stichwort "bidi-ready") umsetzen kann.



Wenn Nutzer:innen bidirektionales Laden umsetzen, ist es wichtig, dass das Elektrofahrzeug so oft und lange wie möglich an der Wallbox angeschlossen ist.



Falls zukünftig am Markt verfügbar, sollte ein gemeinsamer Wechselrichter für PV-Anlagen und DC-Wallboxen in Betracht gezogen werden. So können Anschaffungskosten reduziert werden.