

# Dynamische Stromtarife

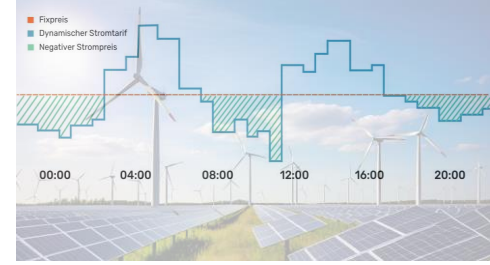
Der schlafende Riese der Energiewende

*Boris Konopka 2024*



# Dynamische Stromtarife

## Meine Motivation



## Eigene Erfahrung im ländlichen Raum

- An sonnigen, windreichen Feiertagen beobachtet man abgeregelte Windanlagen

## Eigenes Praxisbeispiel: E-Mobilität und Strompreistarife

- Erfahrungen mit verschiedenen Stromtarifen für Elektroautos

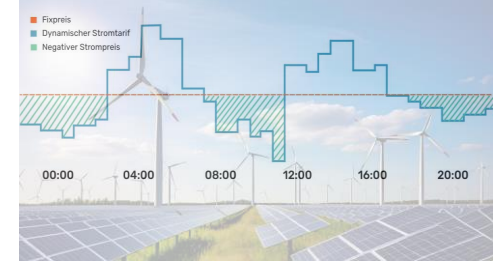
## Vorträge und Studien zur Energiewende

- U.a. Agora Energiewende, Fraunhofer ISE, Neon Energy, Hertie School

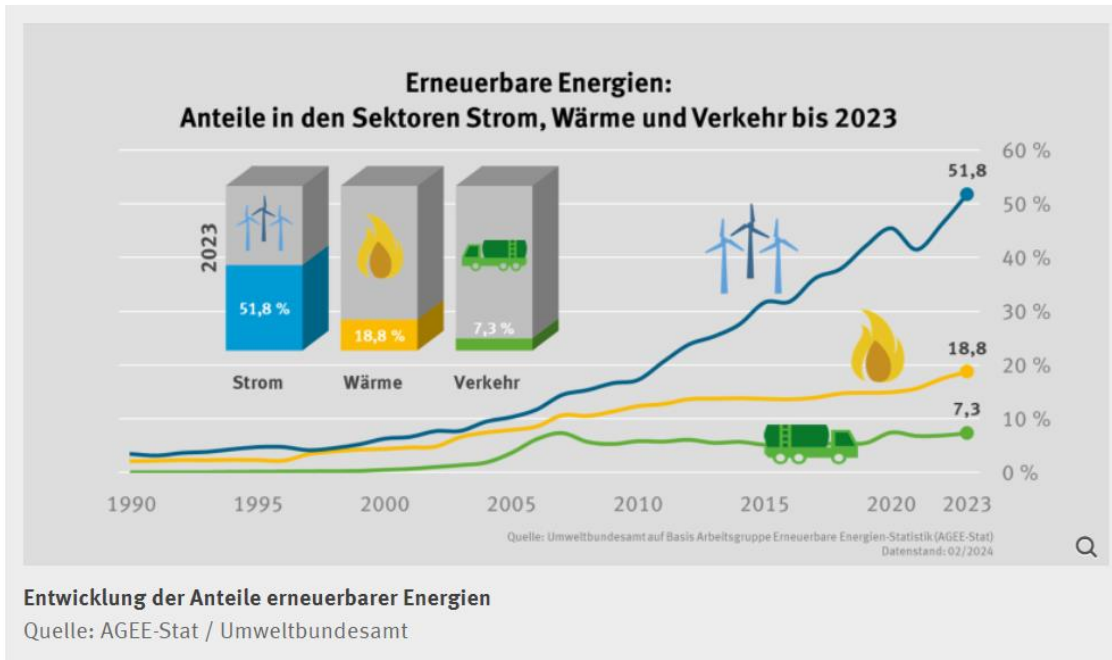


# Dynamische Stromtarife

## Positive Entwicklung der Erneuerbarer Energien

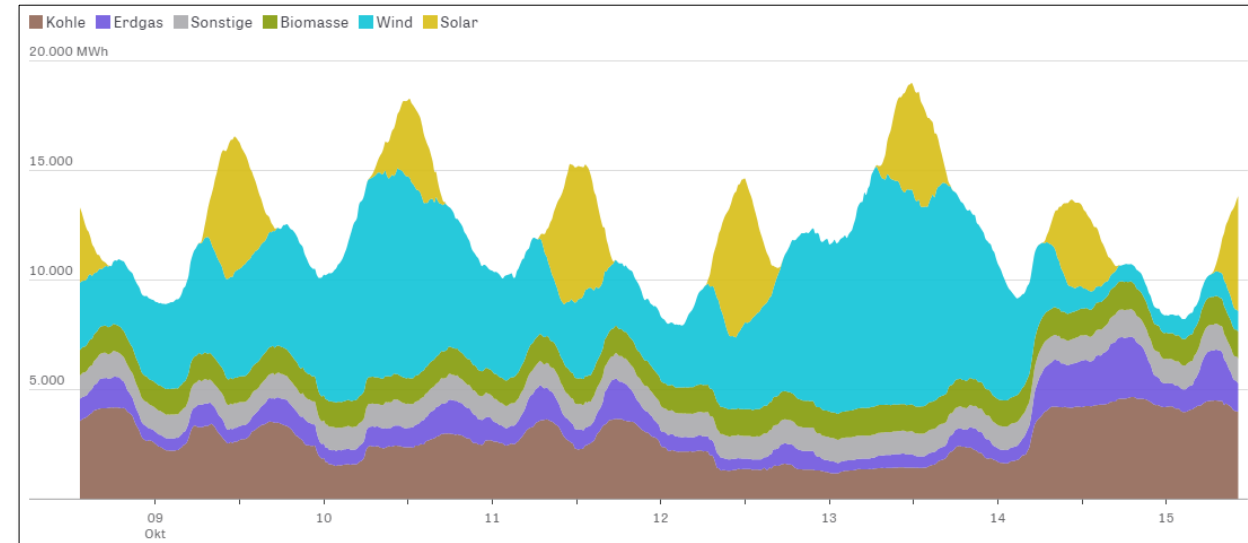


### Anteil erneuerbarer Energien



- Stromsektor entwickelt sich gut
- Aber: Verkehrs- und Wärmesektor stagnieren

### Wöchentlicher Verlauf der Energieerzeugung



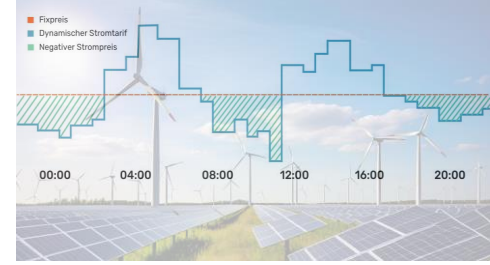
Quelle: [Zeit Online Energiemonitor](https://www.zeitonline.de/energiemonitor)

- Solar- und Windenergie unterliegt natürlichen Schwankungen
- Frage: Kann die Elektrifizierung von Verkehr und Wärme an die Erzeugung angepasst werden?



# Dynamische Stromtarife

## Eigenes Zahlenbeispiel



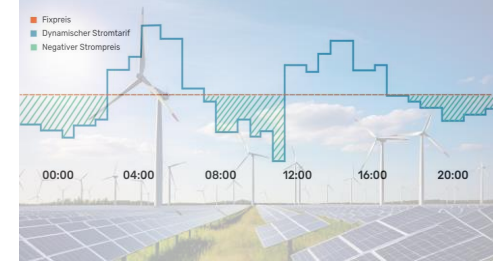
- Im Jahr 2022 wurden 8 TWh erneuerbarer Strom abgeregelt.  
[Quelle: „Windstrom nutzen statt abregeln“, Agora 2023](#)
- Mit 8 TWh Strom könnten 2 Millionen E-Autos 20.000 km pro Jahr fahren (Verbrauch: 20kWh/100km)
- Das würde ca. 4,8 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> einsparen
- Ohne flexible Nutzung könnten die systembedingten Abregelungen im Jahr 2035 auf 86 TWh statt 32 TWh ansteigen. Das bedeutet, dass 54 TWh ungenutzt bleiben würden.  
[Quelle: „Klimaneutrales Stromsystem 2035“, Agora 2022](#)

1. Ein Verbrenner-Pkw produziert 120 Gramm CO<sub>2</sub> pro Kilometer.  
2. Bei 20.000 Kilometern pro Jahr wären das:  
 $120 \text{ Gramm} \cdot 20.000 \text{ km} = 2.400.000 \text{ Gramm CO}_2 \text{ pro Jahr} = 2,4 \text{ Tonnen CO}_2 \text{ pro Auto.}$   
3. Bei zwei Millionen Fahrzeugen ergibt das:  
 $2,4 \text{ Tonnen} \cdot 2.000.000 \text{ Fahrzeuge} = 4.800.000 \text{ Tonnen CO}_2 \text{ pro Jahr.}$



# Dynamische Stromtarife

## Heimspeicher Problem



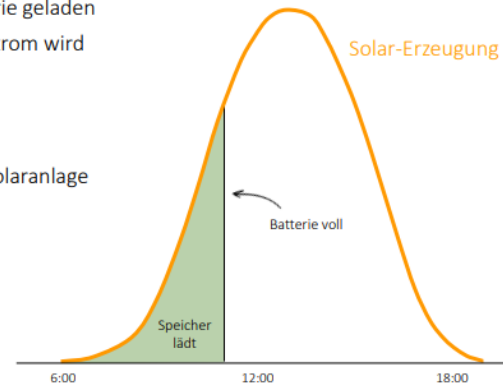
### Nicht gut fürs System: Befüllung eines Heimspeichers

#### Speicher-Befüllung bei Eigenverbrauch

- Sobald Erzeugung den Verbrauch übersteigt, wird die Batterie geladen
- Wenn sie voll ist, endet das Laden und der dann erzeugte Strom wird ins Netz eingespeist

#### Dies ist System-Sicht absolut nicht sinnvoll

- Wenn am späten Vormittag die Batterie voll ist, speist die Solaranlage mit voller Leistung ein
- ... in ein dann ohnehin von Solarstrom überquellendes Netz
- Das ist aus Sicht des Stromsystems eher noch schlimmer als gar keine Batterie



Quelle: Heimspeicher - Nicht so toll wie du denkst - Hertie School (Lion Hirth)

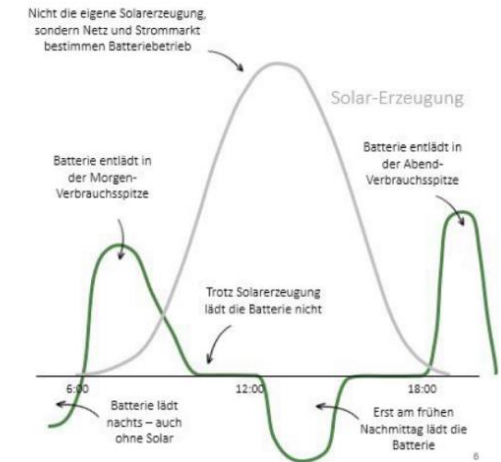
### Wann ein Heimspeicher systemdienlich wäre

#### Sinnvoll: Batterie an Systembedürfnissen ausrichten

- Laden, wenn zu viel Strom im Netz ist
- Entladen, wenn im Netz am meisten Strom verbraucht wird

#### Unabhängig vom eigenen Haushalt

- Unabhängig von der Erzeugung der eigene PV-Anlage
- Unabhängig vom eigenen Stromverbrauch



Quelle: Heimspeicher - Nicht so toll wie du denkst - Hertie School (Lion Hirth)

## E-Auto Problem:

- Verbraucher: innen verhalten sich bisher nicht netzdienlich. E-Auto lädt sofort, wenn es abends abgestellt wird.
- Beim Arbeitgeber gibt es nur Fix-Tarife. Kein Anreiz E-Autos netzdienlich zu laden.
- Öffentliche Ladesäulen bieten meistens nur Fixtarife.

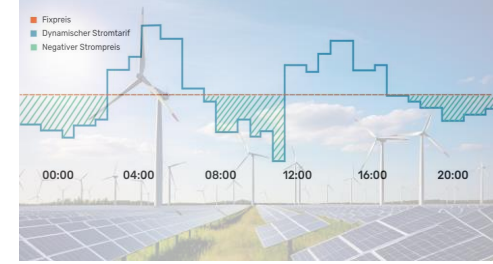
## Wärmepumpen Problem:

- Bisher arbeiten Wärmepumpen nur nach Heizbedarf
- Intelligente Wärmepumpen mit Pufferspeicher könnten nach Preissignalen gesteuert werden.



# Dynamische Stromtarife

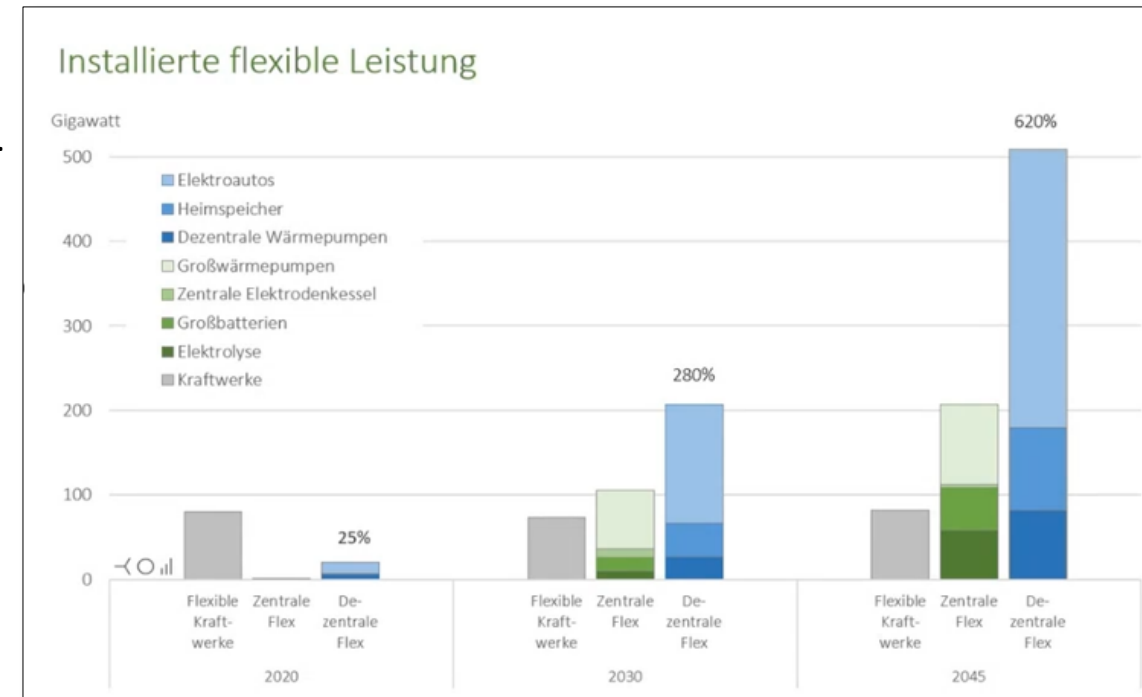
## Wissenschaftliche Betrachtung



Kurzstudie: „Mehrwert dezentraler Flexibilität - Oder: Was kostet die verschleppte Flexibilisierung von Wärmepumpen, Elektroautos und Heimspeichern?“, [Neon Energy Berlin](#)

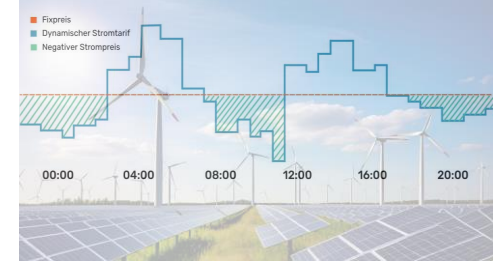
### Analyse:

- Wärmepumpen und E-Autos haben entscheidende Rolle im Wärme- und Verkehrssektor. Heimspeicher nehmen rapide zu.
- Anschlussleistung dieser Technologien wird sich bis 2030 verzehnfachen. Von 20 GW auf 200GW.
- Bis 2045 wird diese Anschlussleistung das sechsfache der flexiblen Kraftwerksleistung betragen
- Werden diese Anlagen nicht systemdienlich betrieben, führt es zu großem Mehrbedarf an Netzen und flexiblen Kraftwerken
- Aber: E-Autos, Wärmepumpen und Heimspeicher haben ein inhärentes Flexibilisierungspotenzial
- D.h. Strombezug kann auf Zeiten hoher erneuerbarer Energieerzeugung und niedriger Netzlast verschoben werden
- Lion Hirth: „**Dezentrale Flex ist in seiner Bedeutung wohl kaum zu überschätzen. Dies ist im politischen Berlin und Brüssel noch nicht in vollem Maß angekommen.**“



# Dynamische Stromtarife

## Wissenschaftliche Betrachtung



### Ergebnis

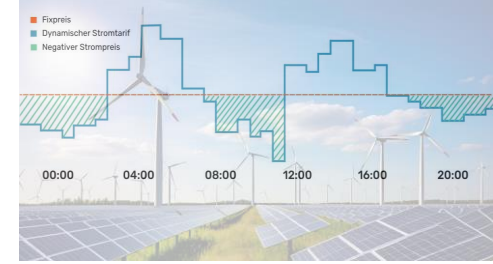
- Dynamische Strom- und Netzentgelte bewirken netzdienliche Verwendung von E-Autos, Wärmepumpen und Heimspeichern. Damit sinken Betriebs- und Stromsystemkosten
- Systemkosten für Elektroautos sinken um 70%, bei Wärmepumpen um 24%
- Betriebskosten für Elektroautos sinken um 43%, bei Wärmepumpen um 19%
- Stupidies Laden von Elektroautos verursacht 3x so hohe Kosten wie intelligentes Laden. Das Potenzial von bidirektionalem Laden ist hier noch nicht mal berücksichtigt
- Eine intelligent betriebene Solarbatterie kann fast 7x mehr Nutzen für das Energiesystem schaffen, als bei klassischer Eigenverbrauchsoptimierung
- Der schleppende Rollout von Smart-Metern bremst aktuell die breite Nutzung von dynamischen Tarifen. Es gibt einen Vorschlag der [EU-Kommission](#) auch Alternativen zum Smart-Meter zu nutzen
- Entgegen allgemeiner Befürchtungen führen dynamische Strom- und Netzentgelte nicht zu einer Belastung, sondern zur Entlastung der Verteilnetze
- Käme es langfristig zu ungewollten Lastspitzen, wären situative, kurze Leistungspreise ein vielversprechendes Instrument

Ausführliches Webinar zur Studie: <https://neon.energy/mehrwert-flex/>



# Dynamische Stromtarife

## Praxisbeispiel – Dynamischer Stromtarif mit Stromanbieter „tibber“



### Dynamischer Stromtarif ohne Smart Meter:

- Tibber bietet ein Zusatzgerät (Tibber Pulse) für die meisten digitalen Stromzähler an. Ein Smart Meter ist nicht nötig
- Alle kompatiblen Stromzähler findet man auf dieser [Whitelist](#)

### Strompreisgestaltung bei tibber:

- Basiert auf den Großhandelspreisen des europäischen Strommarktes EPEX Spot.
- "Day-Ahead"-Preissetzung: Strompreise für jede Stunde des nächsten Tages werden am Vortag festgelegt.
- Bekanntgabe der Preise: Gegen 13 Uhr am Vortag. Die Abrechnung des Stromverbrauchs erfolgt stundengenau.
- Preise variieren stündlich basierend auf Angebot und Nachfrage.  
Bedingt durch: Verfügbarkeit erneuerbarer Energien, dem Wetter, der Netzbelastung und der allgemeinen Nachfrage.
- tibber erzielt keine Gewinne durch den Stromverbrauch, sondern durch die Grundgebühr und Verkäufe im tibber Store (z.b. Wallboxen). Kündigungsfrist: zwei Wochen.



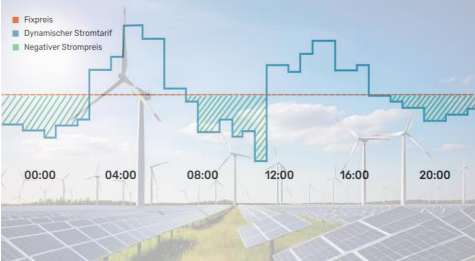
### Alternativen zu tibber:

- **Smart Meter ist erforderlich:** Rabot.Energy, Ostrom SimplyDynamic Tarif, Octopus Energy, Awattar. (ab 01.01.2025 bei allen Energieversorgern)
- **Digitaler Zähler mit Zusatzgerät möglich:** Bisher nur Tibber



# Dynamische Stromtarife

## Praxisbeispiel – Digitale Stromzähler



Stromzähler: Analog, Digital ohne Gateway (mME), Smart-Meter (iMSys)

	Ferraris-Zähler	Moderne Messeinrichtung (mME)	Intelligentes Messsystem (iMSys)
Zählertyp	analoger Zähler	digitaler Zähler <u>ohne</u> Kommunikationseinheit	digitaler Zähler <u>mit</u> Kommunikationseinheit
Funktionen des Zählers	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Aktueller Zählerstand</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Aktueller Zählerstand</li><li>○ gespeicherte Werte:<ul style="list-style-type: none"><li>• tages-</li><li>• wochen-</li><li>• monats-</li><li>• jahresgenau</li></ul></li></ul> 2 Jahre im Rückblick	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Aktueller Zählerstand</li><li>○ Abrufbar in Viertelstundenwerten<ul style="list-style-type: none"><li>• Tages-</li><li>• Wochen-</li><li>• Monats-</li><li>• Jahresanzeige</li></ul></li></ul>
		<div>! wird bis spätestens 2032 komplett ersetzt</div>	<div>! aufrüstbar mit einer Kommunikationseinheit zum iMSys</div>
Zuständig für Einbau, Messung und technischen Betrieb	Örtlicher Netzbetreiber	Grundzuständiger Messstellenbetreiber (i.d.R. örtlicher Netzbetreiber) oder ein vom Verbraucher beauftragter Messstellenbetreiber	

Analog:



Digitaler Zähler: (mME)

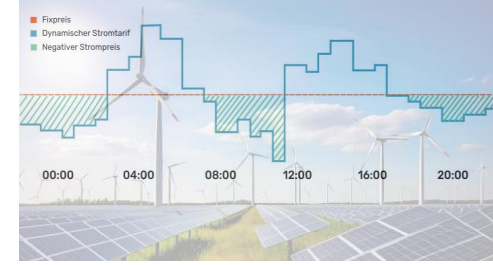


Smart Meter: (iMSys)



# Dynamische Stromtarife

Praxisbeispiel – Installation für tibber



Installation mit Zusatzgerät „tibber pulse“, kein Smart-Meter nötig:



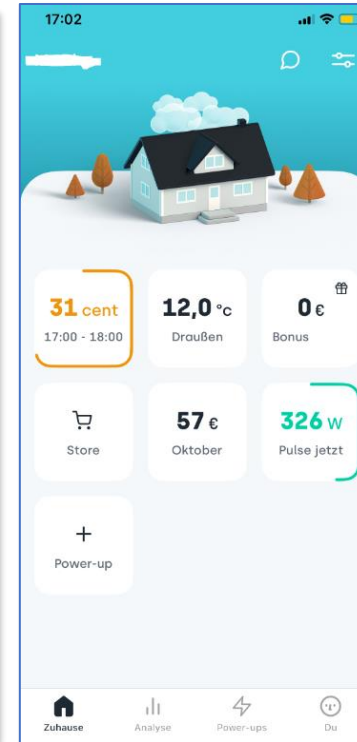
Sensor + Bridge



Sensor + mME



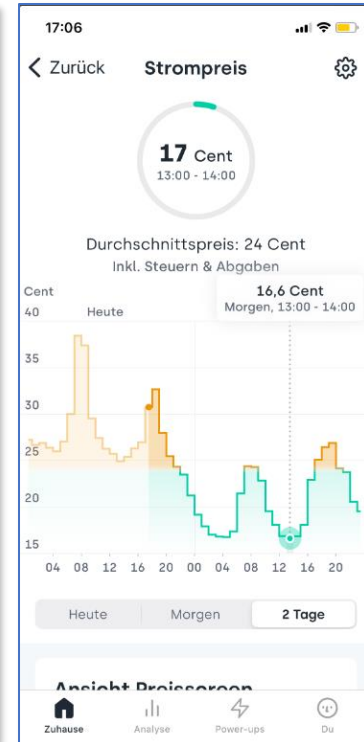
Wallbox



App



Verbrauchsanzeige

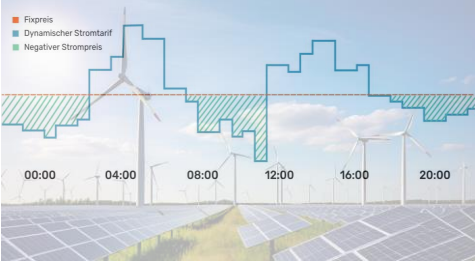


Strompreisverlauf

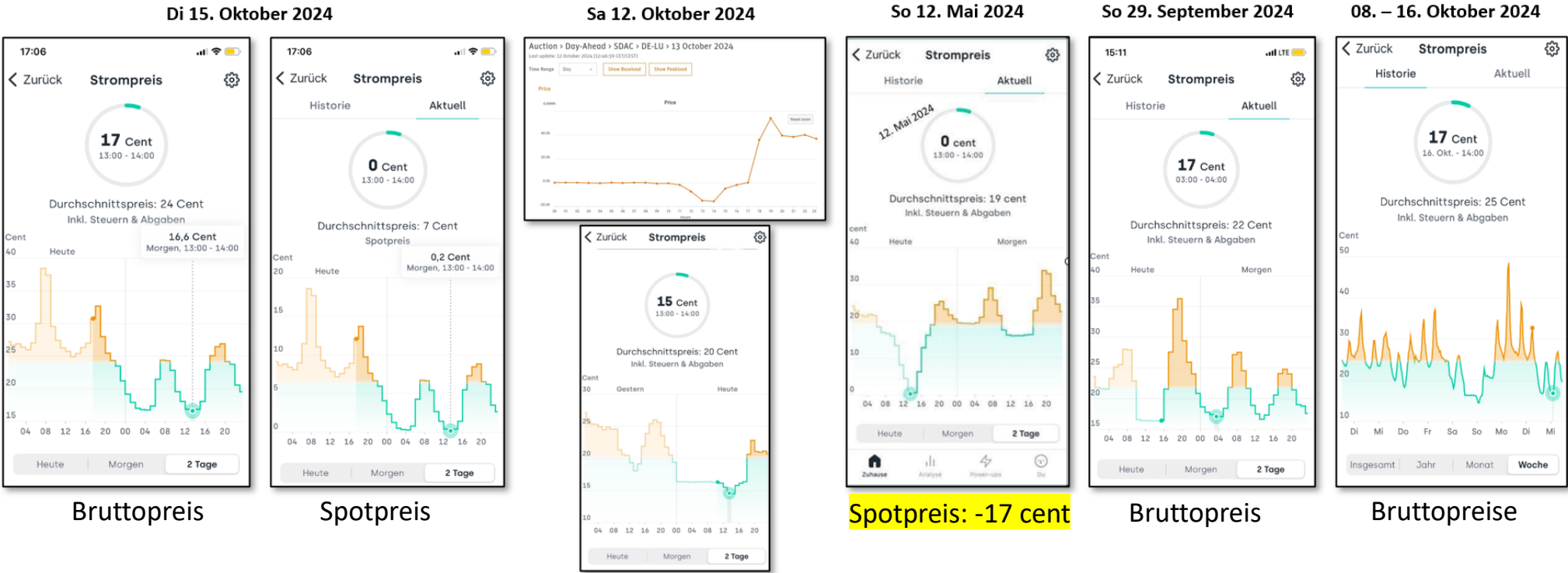


# Dynamische Stromtarife

## Praxisbeispiel – Dynamischer Stromtarif



- Strompreis-Beispiele (Preisdarstellung in der App mit und ohne Steuern & Abgaben):



Fahrtkosten für 100 km E-Auto:  
(Verbrauch: 20kWh/100km)

3,40 Euro

3,00 Euro

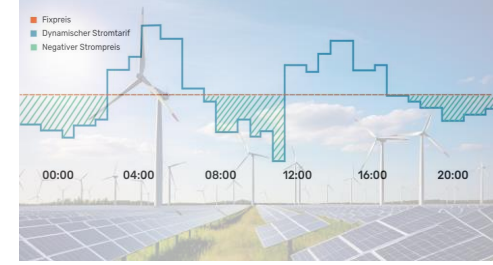
0,00 Euro

3,40 Euro



# Dynamische Stromtarife

## Fazit



### Flexibler und netzdienlicher Stromverbrauch ist entscheidend für die Energiewende

- Dynamische Strom- und Netzentgelte bewirken netzdienliche Verwendung von E-Autos, Wärmepumpen und Heimspeichern
- Positiv für die Energiewende:
  1. Stromsystemkosten sinken. Netzausbau wird effizienter und kostengünstiger
  2. Betriebskosten für E-Autos, Wärmepumpen und Heimspeicher sinken und machen die Elektrifizierung attraktiver

### Sozial verträgliche E-Mobilität:

- Niedrige Ladepreise auch ohne eigene Investition in PV-Anlage oder Heimspeicher
- Vorteil zur PV-Anlage: Günstige Ladepreise auch im Winter oder nachts bei hohem Anteil Windenergie
- E-Mobilität wird zur günstigen Alternative zum Verbrenner auf dem Land

### Intelligentes Laden von E-Autos hat auch ohne bidirektionales Laden großes Potenzial

### Besser als Eingriffe von Netzbetreibern, um Lastspitzen abzufangen

### Mein Fazit zur eigenen Energiewende:

- Reihenfolge: 1. E-Auto statt Verbrenner 2. Dynamischer Stromtarif 3. Wärmepumpe 4. Heimspeicher 5. PV-Anlage

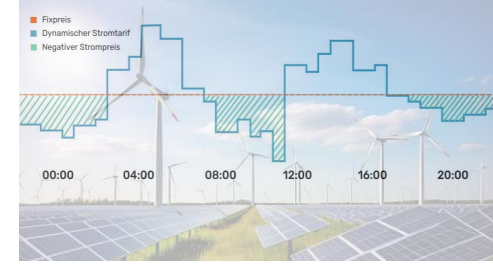
### Eigene Beobachtung:

- Im Dorf hat jedes dritte bis vierte Haus eine PV-Anlage, aber E-Autos und Wärmepumpen sind äußerst selten



# Dynamische Stromtarife

## Quellen



[1] Anselm Eicke, Lion Hirth (2023): „Windstrom nutzen statt abregeln“, Agora Energiewende Berlin

<https://www.agora-energiewende.de/publikationen/windstrom-nutzen-statt-abregeln>

[2] Agora (2022): „Klimaneutrales Stromsystem 2035“, Agora Energiewende Berlin

[https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021\\_11\\_DE\\_KNStrom2035/A-EW\\_264\\_KNStrom2035\\_WEB.pdf](https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_11_DE_KNStrom2035/A-EW_264_KNStrom2035_WEB.pdf)

[3] Anselm Eicke, Lion Hirth, Jonathan Mühlenpfordt (2024): Kurzstudie „Mehrwert dezentraler Flexibilität. Oder: Was kostet die verschleppte Flexibilisierung von Wärmepumpen, Elektroautos und Heimspeichern?“, Neon Energy Berlin

<https://neon.energy/Neon-Mehrwert-Flex.pdf>

[4] Anselm Eicke, Lion Hirth, Jonathan Mühlenpfordt (2024): Webinar „Mehrwert dezentraler Flexibilität.“ Neon Energy Berlin

<https://neon.energy/mehrwert-flex/>

[5] Lion Hirth (2024): „Heimspeicher. Nicht so toll wie du denkst“, Hertie School Berlin

[https://media.licdn.com/dms/document/media/D4E1FAQHxk4JjdWDBcw/feedshare-document-pdf-analyzed/0/1719829516949?e=1729728000&v=beta&t=4\\_A8H5tGmxoA4gW80MQM914NhH79Phv08R6f7XYldyc](https://media.licdn.com/dms/document/media/D4E1FAQHxk4JjdWDBcw/feedshare-document-pdf-analyzed/0/1719829516949?e=1729728000&v=beta&t=4_A8H5tGmxoA4gW80MQM914NhH79Phv08R6f7XYldyc)

[6] Tibber Deutschland GmbH (2024): „Pulse Strom Tracker“

<https://tibber.com/de/store/produkt/pulse-ir>



- Fixpreis
- Dynamischer Stromtarif
- Negativer Strompreis

# Dynamische Stromtarife

Der schlafende Riese der Energiewende

00:00

04:00

08:00

12:00

16:00

20:00

*Boris Konopka 2024*

