

KURZSTUDIE

Dynamischer Stromtarif

Einsparpotenzial für Haushalte durch dynamische
Stromtarife

Diese Studie ist verfügbar unter neon.energy/dynamischer-stromtarif

27. Oktober 2025

Im Auftrag der Naturstrom AG

Autoren:

Anselm Eicke (eicke@neon.energy, 0176 5675 5674)

Jonathan Mühlenpfordt (muehlenpfordt@neon.energy)

Neon Neue Energieökonomik GmbH
Schönleinstraße 31
10967 Berlin

1 Zusammenfassung

Motivation. Der Preis für Strom an der Strombörse variiert im Tagesverlauf stark. Während Festpreistarife Verbraucherinnen und Verbraucher von diesen Schwankungen entkoppeln, geben dynamische Tarife diese Preisschwankungen an Haushalte weiter. Dadurch kann ein erhebliches finanzielles Einsparpotenzial entstehen. Außerdem schaffen dynamische Tarife finanzielle Anreize zur Lastverschiebung und tragen damit zur besseren Integration von erneuerbaren Energien ins Stromsystem bei.

Vorgehen. Diese Studie analysiert die ökonomischen und systemischen Effekte dynamischer Stromtarife im Vergleich zu herkömmlichen Festpreistarifen. Dafür führen wir eine stündliche Simulation der Haushalte für den Zeitraum von September 2024 bis August 2025 durch. Wir vergleichen die Stromkosten für vier repräsentative Haushalte mit jährlichen Verbräuchen zwischen 2 800 und 4 000 kWh. Die Haushalte unterscheiden sich neben der Höhe des Verbrauchs auch durch ihr Verbrauchsprofil. Neben dem hier als unflexibel angenommenen Haushaltsstromverbrauch untersuchen wir auch das finanzielle Einsparpotenzial durch dynamische Tarife bei Elektroauto, Wärmepumpe und Heimspeicher. Mit diesen Geräten kann der Stromverbrauch in begrenztem Umfang zeitlich verschoben werden, ohne dadurch den Nutzerkomfort wesentlich zu beeinträchtigen.

Einsparpotenzial. Alle von uns untersuchten Haushalte hätten in den untersuchten 12 Monaten von dynamischen Tarifen profitiert. Ohne Elektroauto und Wärmepumpe und ohne eine Verbrauchsverschiebung bei Haushaltsgeräten wären Einsparungen zwischen 20 und 70 Euro möglich gewesen. Haushalte, die tagsüber viel Strom verbrauchen, profitieren besonders stark vom Wechsel zu einem dynamischen Stromtarif. Dies liegt daran, dass diese Haushalte verstärkt von den oftmals niedrigen Börsenstrompreisen in den Mittagsstunden profitieren. Aber auch im untersuchten Verbrauchsprofil mit hohem Bedarf in den teuren Abendstunden wurden mit dem dynamischen Tarif leicht geringere Stromkosten als mit dem Festpreistarif erreicht, die Unterschiede waren allerdings marginal. Ein deutlich höheres Einsparpotenzial ergibt sich mit Elektroauto oder Wärmepumpe. Eine Familie mit Elektroauto und Wärmepumpe kann durch den dynamischen Tarif in Kombination mit einer intelligenten Anlagensteuerung Stromkosten in Höhe von 288 EUR pro Jahr einsparen. Durch Rabatte auf die Netzentgelte und zeitvariable Netzentgelte können die Einsparungen sogar auf insgesamt 985 EUR ansteigen.

Heimspeicher. Heimspeicher ermöglichen es auch unflexiblen Haushalten von günstigen Strompreisen zu profitieren. Allerdings fallen dafür signifikante Investitionskosten an. Ein kleiner untersuchter Speicher führt so zu einer jährlichen netto-Ersparnis von etwa 50 Euro. Größere, und damit teurere, Systeme können sich hingegen nicht über allein über einen dynamischen Tarif finanzieren. Sie führen nur dann zu einer Ersparnis, wenn auch zeitvariable Netzentgelte berücksichtigt werden. In beiden Fällen sind jedoch noch keine Kosten für Einbau, Steuerung und Platzbedarf berücksichtigt.

Vermeidung von Abregelung. Neben den finanziellen Vorteilen leisten dynamische Tarife einen Anreiz zur Flexibilisierung der Stromnachfrage. Dadurch muss weniger Wind- und Solarstrom abgeregelt werden. Dynamische Tarife tragen so auch zur Systemintegration erneuerbarer Energien bei und leisten einen Beitrag zum Gelingen der Energiewende. Gerade gesteuertes Laden von Elektroautos hilft bei der Anpassung der Stromabnahme auf die Erzeugung von Solar- und Windstrom.

2 Einleitung

Strompreise. Der Preis für Strom am Großhandelsmarkt resultiert aus Angebot und Nachfrage. Erzeuger, Großverbraucher und Energieversorger handeln Strom für die Lieferung am Folgetag in der sogenannten Day-Ahead-Auktion. Je nach Angebot und Nachfrage ergibt sich für jede Viertelstunde ein Preis. Entsprechend schwankt der Strompreis sowohl im Verlauf eines Tages als auch über Monate und Jahre hinweg. Im Jahr 2024 lagen die Börsenpreise beispielsweise zwischen –135 EUR/MWh und 936 EUR/MWh. Zu den wichtigsten Einflussfaktoren für die Höhe des Preises zählen die Verfügbarkeit erneuerbarer Energien, der Stromverbrauch sowie die Preise von Brennstoffen und Emissionszertifikaten. In der Regel gilt: Bei hohen Preisen sind viele konventionelle Kraftwerke in Betrieb, während niedrige Preise meist mit einem hohen Anteil erneuerbarer Erzeugung einhergehen.

Strompreise für Haushalte. Die meisten Haushalte in Deutschland haben einen Festpreistarif; jede Kilowattstunde Strom kostet für sie also das ganze Jahr über gleich viel. Energieversorger kaufen dafür den Strom zu schwankenden Preisen an der Strombörse ein und verkaufen ihn zu einem festen Tarif weiter. Verbraucherinnen und Verbraucher sind damit vor Preisschwankungen geschützt. Allerdings verschwinden dadurch die finanziellen Anreize, den Stromverbrauch zu verschieben; die Flexibilisierung des Verbrauchs ist jedoch für das Gelingen der Energiewende von zentraler Bedeutung.

Dynamische Tarife. Bei dynamischen Stromtarifen geben die Stromversorger die schwankenden Börsenpreise an die Endkundinnen und Endkunden weiter. Dynamische Stromtarife bieten Einsparpotenziale, insbesondere für Haushalte, die ihren Stromverbrauch zumindest teilweise in Zeiten mit niedrigen Preisen verschieben können. Gleichzeitig bergen sie aber auch das Risiko von Preisspitzen, die ansonsten von den Versorgern übernommen werden.

EnWG §14a. Elektroautos, Wärmepumpen und Heimspeicher ab 4,2 kW Bezugsleistung können bei flexiblem Verhalten nicht nur von den Preistälern in einem dynamischen Tarif profitieren, sondern auch von Vergünstigungen bei den Netzentgelten. Im Gegenzug dürfen Netzbetreiber den Strombezug dieser Verbrauchseinrichtungen zeitweise beschränken. Paragraph 14a des Energiewirtschaftsgesetzes bzw. die Festlegungen der Bundesnetzagentur zu dieser Regelung sehen drei unterschiedliche Varianten der Vergünstigung vor: Modul 1 ist ein pauschaler Rabatt auf die Netzentgelte. Modul 2 sieht einen prozentualen Rabatt auf die Netzentgelte vor und gilt nur für Geräte mit eigenem Zähler, in der Regel Wärmepumpen. Modul

3 ergänzt den Rabatt von Modul 1 um zeitvariable Netzentgelte, die jeder Netzbetreiber für sein Gebiet individuell festlegt. Diese schaffen ergänzende Flexibilisierungsanreize und ermöglichen bei entsprechendem Verhalten zusätzliche Kostensenkungen für die Haushalte.

Ziele. Diese Kurzstudie verfolgt drei zentrale Ziele: Wir zeigen auf, welche Kostenvorteile sich durch die Nutzung eines dynamischen Stromtarifs ergeben und für welche Haushalte sich ein solcher Tarif besonders lohnt. Wir bewerten, ob sich ein Heimspeicher auch für Haushalte ohne Photovoltaikanlage rechnen, wenn dieser genutzt wird, um die Preisschwankungen des dynamischen Stromtarifs auszunutzen. Außerdem beleuchten wir die systemischen Vorteile der Nutzung dynamischer Tarife. Dazu schätzen wir ab, in welchem Umfang die Lastverschiebung die Abregelung erneuerbarer Energien reduzieren kann.

3 Methodik

Vorgehen. Wir vergleichen die Stromkosten unterschiedlicher Haushaltstypen unter zwei Tarifarten: einem dynamischen Tarif und einem Festpreistarif. Grundlage ist eine stundenscharfe Simulation für den Zeitraum vom 1. September 2024 bis zum 31. August 2025. Analysiert werden repräsentative Haushalte mit und ohne Elektroauto, Wärmepumpe und Heimspeicher.

Stromtarife. Wir verwenden zwei repräsentative Stromtarife der Naturstrom AG, dem Auftraggeber dieser Studie: einen Festpreistarif und einen dynamischen Tarif. Der Festpreistarif beträgt 33,9 ct/kWh und entspricht damit ungefähr dem durchschnittlichen Bestandskundenpreis im Spätsommer 2025. Der dynamische Tarif variiert im Beobachtungszeitraum zwischen -8 und 133 ct/kWh. Wir führen die Analysen durch für das Netzgebiet von Westnetz, dessen Netzentgelte in etwa dem Bundesdurchschnitt entsprechen. Westnetz betreibt das größte deutsche Verteilnetz und umfasst weite Teile von Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Niedersachsen und dem Saarland.

Haushalte. Wir vergleichen die beiden Tarife für vier verschiedene Haushalte:

- Eine Familie mit drei Kindern, beide Eltern arbeiten und sind tagsüber selten zuhause
- Eine Familie mit zwei Kindern, bei der ein Elternteil arbeitet, das andere ist zuhause
- Ein arbeitendes Paar ohne Kinder, das tagsüber wenig zuhause ist
- Ein Rentnerpaar, das tagsüber viel zuhause ist

Die vier Haushalte unterscheiden sich sowohl in der Höhe ihres Stromverbrauchs als auch im Verbrauchsprofil. Die beiden untersuchten Familien haben einen jährlichen Stromverbrauch von 4000 kWh, die beiden Paare verbrauchen hingegen nur 2800 kWh. Jeweils ein Profil weist tagsüber einen höheren Verbrauch auf, das andere verstärkt in den Morgen- und Abendstunden (Abbildung 1). Die Struktur des Verbrauchs ist für die ökonomische Bewertung relevant, da die Strompreise beim dynamischen Tarif in den Abendstunden tendenziell höher sind. Wir gehen für unsere Analyse davon aus, dass im Haushalt keine zeitliche Verschiebung des Stromverbrauchs erfolgt. Zwar ist es grundsätzlich möglich, Verbraucher wie Geschirrspüler oder

Waschmaschine bevorzugt zu bestimmten Zeiten anzuschalten. Der Effekt ist aber gering, da etwa diese beiden Geräte für einen Durchlauf deutlich weniger als eine Kilowattstunde Strom benötigen.

Durchschnittlicher Haushalts-Stromverbrauch

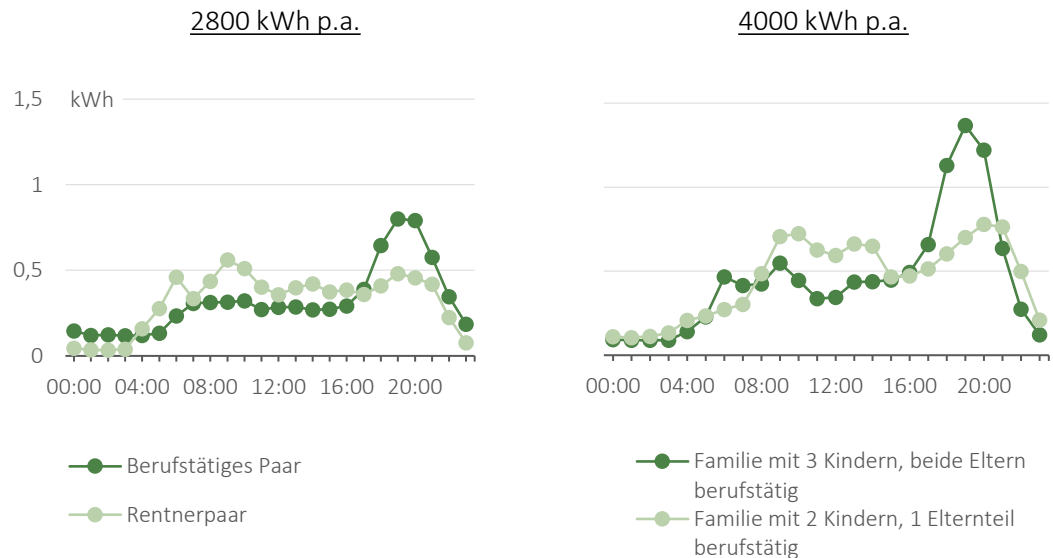


Abbildung 1: Durchschnittlicher stündlicher Stromverbrauch der vier untersuchten Haushalte

Flexible Verbrauchseinrichtungen. Neben dem „normalen“ Haushaltsverbrauch bewerten wir auch die möglichen Kostenvorteile eines dynamischen Tarifs für Elektroauto, Wärmepumpe und Heimspeicher. Bei diesen Anlagen wird eine erhebliche Menge an Strom bezogen: In einem durchschnittlichen Haushalt verbraucht ein Elektroauto im Schnitt 5-10 kWh Strom pro Tag, eine Wärmepumpe bezieht mehr als 15 kWh Strom pro Tag. Bei diesen Großverbrauchern lohnt sich eine Verschiebung des Stromverbrauchs in kostengünstige Zeitfenster schnell. Sie ist durch die verfügbaren eingebauten Speicher im begrenzten Umfang häufig ohne Einschränkung des Nutzerkomforts möglich.

Elektroauto. Zur Modellierung des Elektroautos verwenden wir das Mobilitätsprofil einer Berufspendlerin mit einem VW ID.3 (Gaete-Morales et al. 2021). Das Auto hat eine jährliche Fahrleistung von etwas über 10 000 km, was in etwa dem Bundesschnitt entspricht. Das Fahrzeug ist in 75 % der Zeit zuhause und, wenn es zuhause ist, immer an die Wallbox angeschlossen. Etwa zwei Drittel des Energiebedarfs werden über die heimische Wallbox gedeckt, der Rest über öffentliche Schnellladestationen. Beim intelligenten Laden bestimmt ein Algorithmus den optimalen Zeitpunkt des Ladens, allerdings muss das Auto morgens um 6:00 Uhr immer zu mindestens 60% geladen sein, um die Nutzerin nicht zu stark einzuschränken. Bidirektionales Laden, also das Ausspeichern des Stroms aus dem Auto zurück in Haushalt oder Stromnetz, berücksichtigen wir nicht.

Wärmepumpe. Für die Wärmepumpe betrachten wir einen Haushalt mit einem jährlichen Wärmebedarf von 17 500 kWh. Dies entspricht beispielsweise dem Bedarf an Raumwärme

und Warmwasser in einem Wohnhaus mit etwa 140 m² Wohnfläche aus den 1980er-Jahren. Die Leistungszahl (COP) der Wärmepumpe hängt von der Außentemperatur ab und ist daher tagsüber in der Regel höher als nachts und im Sommer höher als im Winter. Die stündlichen Zeitreihen für Wärmebedarf und Leistungszahl stammen aus dem Datensatz *when2heat* (Ruhnau & Muesel, 2023). Insgesamt erreicht das System eine Jahresarbeitszahl von 3, was einem typischen Wert für das Heizen mit Radiatoren entspricht. Wir berücksichtigen für unsere Analyse nur die Flexibilität des Wärmespeichers.

Heimspeicher. Heimspeicher werden bislang vor allem in Haushalten mit PV-Anlagen verbaut. Der Speicher wird dann in der Regel zur Maximierung des Eigenverbrauchs genutzt, also der Speicherung des lokal erzeugten Stroms zum späteren Verbrauch in den Abendstunden. Angesichts der großen Preisunterschiede zwischen verschiedenen (Viertel)Stunden an der Strombörse, kann ein Heimspeicher mit einem dynamischen Stromtarif jedoch auch dazu genutzt werden, um Strom in günstigen Stunden aus dem Netz zu beziehen und einzuspeichern. Dann kann der Netzbezug zu einem späteren Zeitpunkt mit höheren Strompreisen reduziert werden und der Haushaltsverbrauch (teilweise) aus dem Speicher gedeckt werden. Wir untersuchen im Folgenden, ob sich diese Art des Speicherbetriebs unter den aktuellen Marktbedingungen finanziell lohnt. Dafür betrachten wir einen Speicher mit 2,4 kW Leistung und 4,2 kWh Speicherkapazität und einen mit 5 kW Leistung und 10 kWh Speicherkapazität.

Tabelle 1 fasst die wesentlichen Annahmen bei der Modellierung von Wärmepumpe, Elektroauto und Heimspeicher zusammen.

Tabelle 1: Zentrale Parameter der Anlagenkonfiguration

Verbraucher	Parameter
Elektroauto (VW ID3 Pure)	Batterie-Kapazität: 45 kWh Ladeleistung: 11 kW Ladeverluste: 5% Mindestladestand morgens um 6:00: 60% Fahrleistung: 10442 km pro Jahr Stromverbrauch: 2181 kWh pro Jahr (2295 kWh inkl. Ladeverluste, davon etwa 2/3 zuhause geladen)
Wärmepumpe	Leistung Luft-Wasser-Wärmepumpe: 3.7 kW el. Leistung Heizstab: 8 kW el. Volumen Warmwasserspeicher: 15 kWh th. Wärmebedarf: 17 500 kWh th. (15 000 Raumwärme, 2000 kWh Warmwasser) Speicherverluste: 1% pro Stunde, 5% pro Zyklus
Heimspeicher (ohne PV-Anlage)	Speicherkapazität: 4,2 kWh / 10 kWh Ladeleistung: 2,4 kW / 5 kW Ladeverluste: 10% Anschaffungskosten: 1200 EUR / 4190 EUR

4 Für wen lohnt ein dynamischer Tarif?

Haushaltsverbrauch. Für alle untersuchten Haushalte hätte sich der dynamische Stromtarif in den letzten zwölf Monaten gelohnt: sie hätten eine geringere Stromrechnung als beim Festpreistarif gehabt (Abbildung 2). Das gilt unabhängig von der Größe des Haushalts und der Höhe des Stromverbrauchs. Bewohner kleinerer Wohnungen könnten also grundsätzlich ebenso profitieren wie Einfamilienhausbesitzerinnen. Haushalte, die tagsüber viel Strom verbrauchen, profitieren besonders stark vom Wechsel zu einem dynamischen Stromtarif. Dies liegt daran, dass diese Haushalte verstärkt von den oftmals niedrigen Börsenstrompreisen in den Mittagsstunden profitieren. Haushalte, die verstärkt in den Morgen- und Abendstunden Strom verbrauchen, profitieren weniger, weil in diesen Stunden die Börsenstrompreise tendenziell höher sind. Die Einsparungen für Haushalte ohne Elektroauto oder Wärmepumpe fallen jedoch insgesamt gering aus und betragen nur wenige Prozent der Stromkosten, in absoluten Zahlen entspricht dies in den untersuchten Fällen Einsparungen in Höhe von etwa 20 bis 70 EUR.

Stromrechnung der Haushalte

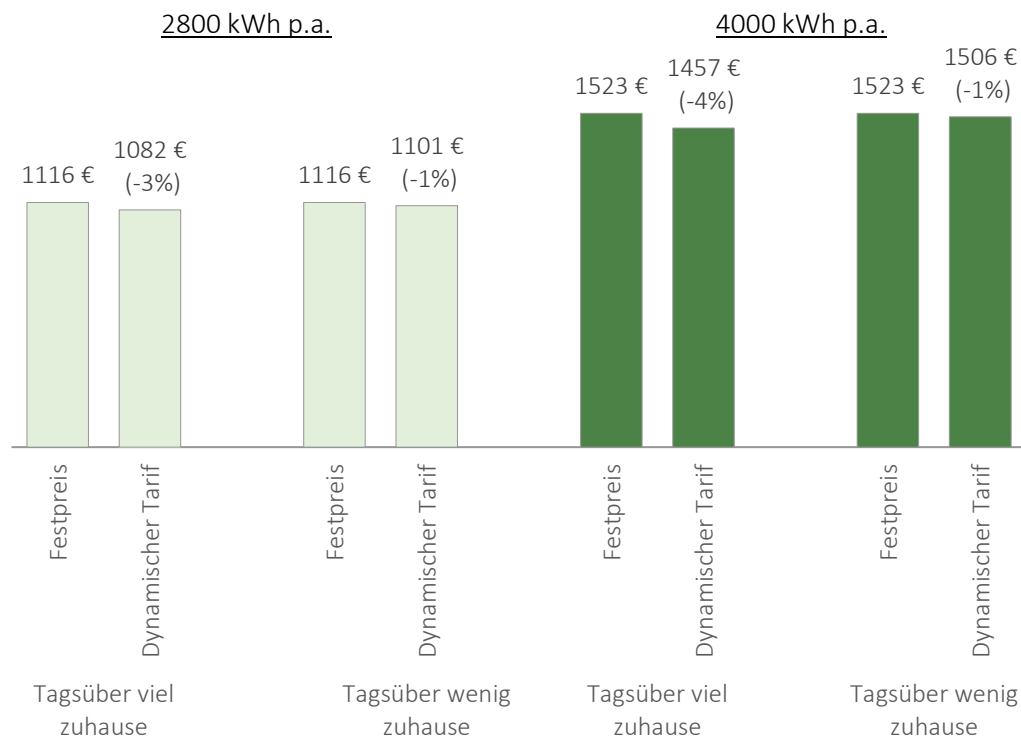


Abbildung 2: Stromrechnung von vier verschiedenen Haushalten jeweils mit Festpreis und mit dynamischem Tarif.

Elektroauto. Der dynamische Stromtarif lohnt sich vor allem dann, wenn der Haushalt ein Elektroauto besitzt und zuhause flexibel laden kann (Abbildung 3). Mit dem dynamischen Tarif hätte die betrachtete Pendlerin die Kosten für das Laden an der heimischen Wallbox um 164 EUR pro Jahr senken können, wenn sie mit Hilfe intelligenter Steuerung das Laden ihres Autos in die günstigsten Stunden verschiebt. Wenn das Auto hingegen immer sofort geladen wird, wenn es an die Wallbox angeschlossen wird („Sofort-Laden“), bringt der dynamische Tarif keine nennenswerten finanziellen Vorteile. Zusätzliches Einsparpotenzial ergibt sich durch die Vergünstigungen bei den Netzentgelten nach §14a des EnWG. Der Netzbetreiber Westnetz gewährt einen Rabatt von 169 EUR pro Jahr, wenn er das Laden des Elektroautos zeitweise auf 4,2 kW (statt 11 kW) begrenzen darf (Modul 1). Wenn außerdem zeitvariable Netzentgelte (Modul 3) bezogen werden, können die Stromkosten um über 80% sinken. Die Pendlerin könnte insgesamt ihre jährlichen Ladekosten von 537 EUR auf 93EUR reduzieren. Nicht berücksichtigt sind hier Stromkosten, die durch die Nutzung öffentlicher Schnellladestationen entstehen.

Wärmepumpe. Der Betrieb einer Wärmepumpe ist mit dynamischen Stromtarif ohne Flexibilisierung kaum günstiger als mit einem Festpreis (Abbildung 4). Allerdings wäre er auch nicht teurer, obwohl die Wärmepumpe insbesondere an kalten Tagen mit tendenziell höheren Strompreisen läuft. Die Stromkosten können aber mit dynamischem Tarif sinken, wenn die Wärmepumpe intelligent betrieben wird, also verstärkt in den Stunden mit niedrigen Strompreisen läuft. Und das, obwohl der Stromverbrauch durch die zusätzlichen Speicherverluste

bei stärkerer Ausnutzung des Wärmespeichers leicht ansteigt. Im untersuchten Anwendungsfall eines Einfamilienhauses aus den 1980er Jahren identifizieren wir ein Einsparpotenzial von 124 EUR pro Jahr. Dafür ist nur die Flexibilität des Pufferspeichers berücksichtigt, die Einsparungen können noch erheblich höher ausfallen, wenn zusätzlich auch die thermische Trägheit des Gebäudes selbst berücksichtigt wird oder geringfügige Schwankungen in der Raumtemperatur zugelassen werden. Die finanziellen Vorteile durch eine Flexibilitätsbereitstellung für den Verteilnetzbetreiber fallen sogar noch höher aus. Im untersuchten Fall würde der Haushalt mit dem pauschalen Rabatt und zeitvariablen Netzentgelten (Modul 1 und 3) Kosten in Höhe von 482 EUR sparen, bei Wahl des prozentualen Rabatts (Modul 2) sogar 525 EUR. In Summe kann der Haushalt dadurch über ein Viertel der Stromkosten der Wärmepumpe einsparen.

Stromkosten des Elektroautos

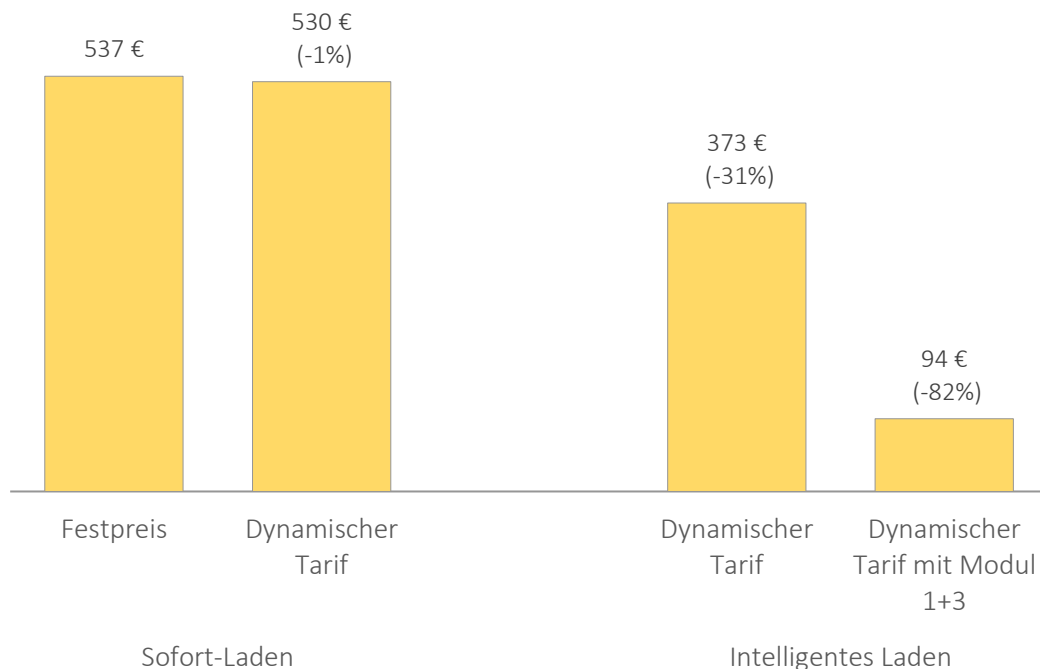


Abbildung 3: Stromkosten für das Laden des Elektroautos. Beim intelligenten Laden kann die Stromrechnung um über 30 % gesenkt werden. In der Abbildung sind nur die Arbeitspreise der Stromtarife berücksichtigt, nicht aber der Grundpreis.

Stromkosten der Wärmepumpe

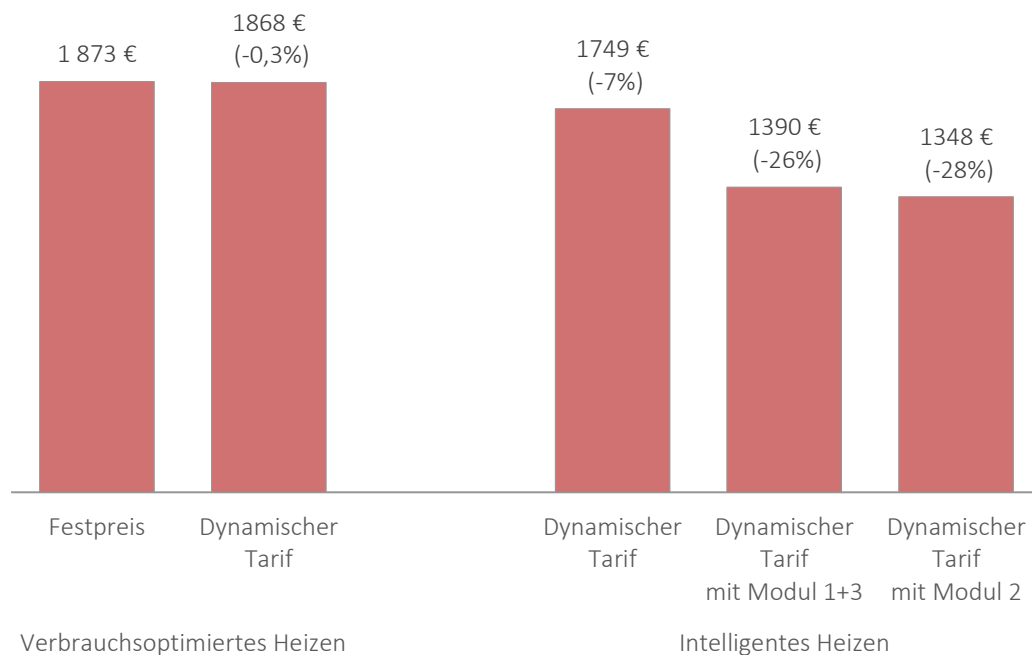


Abbildung 4: Stromkosten für den Betrieb einer Wärmepumpe. Durch den dynamischen Tarif lässt sich ein signifikanter Teil der Stromkosten einsparen, allerdings ist dafür auch eine zeitliche Verschiebung des Verbrauchs notwendig. In der Abbildung sind nur die Arbeitspreise der Stromtarife berücksichtigt, nicht aber der Grundpreis.

Heimspeicher. Mit einem Batteriespeicher kann ein unflexibler Haushalt stärker von zeitweise günstigen Strompreisen profitieren. Dazu wird der Speicher bei niedrigen Strompreisen mit Netzstrom geladen. In Stunden mit höheren Strompreisen kann dafür der teure Netzbezug durch den Speicher ersetzt werden. Ob sich der Heimspeicher in Kombination mit dynamischen Tarifen lohnt, hängt stark von den Kosten und der Dimensionierung des Speichers ab (Abbildung 5). Der von uns untersuchte Speicher mit 2,4 kW Leistung reduziert die Stromkosten unter Berücksichtigung der Anschaffungskosten des Speichers um etwa 50 EUR pro Jahr. Vergünstigte Netzentgelte sind in diesem Fall nicht möglich, da der Speicher dafür zu klein ist. Der größere untersuchte Speicher mit 5 kW Leistung kann seine Anschaffungskosten bei derzeitigen Strompreisen nicht wieder hereinholen. Allerdings ist seine Leistung groß genug, um von zeitvariablen Netzentgelten zu profitieren. Mit diesen ist eine jährliche Kostenersparnis in Höhe von über 100 EUR möglich. In beiden Fällen sind jedoch noch keine Kosten für die Steuerung, den Einbau und den Flächenbedarf des Speichers berücksichtigt.

Stromkosten des Haushalts mit Heimspeicher

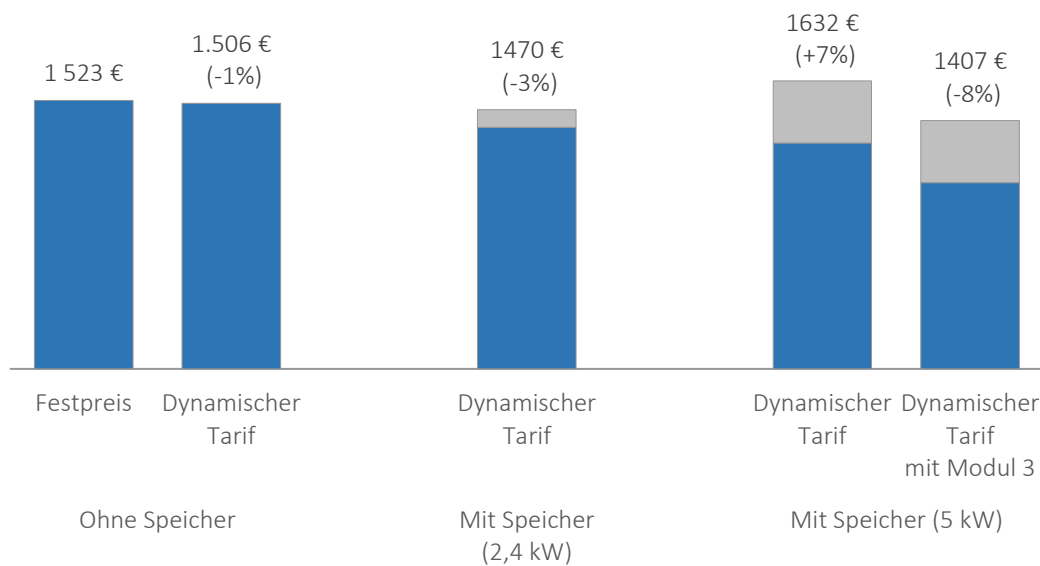


Abbildung 5: Stromkosten einer Familie mit drei Kindern bei verschiedenen Heimspeicher-Konfigurationen. Die Gesamtkosten für Strom ergeben sich aus der Stromrechnung (blau) und den Anschaffungskosten des Heimspeichers (grau). Diese sind hier auf jährliche Kosten umgerechnet dargestellt (2,4 kW: 101 EUR p.a., 5 kW: 351 EUR p.a. unter der Annahme einer Lebensdauer von 15 Jahren und einem Zinssatz von 3 %)

Familie mit Elektroauto und Wärmepumpe. Das Einsparpotenzial des Elektroautos und der Wärmepumpe lässt sich zu dem Einsparpotenzial im Haushalt addieren. Eine Familie im Einfamilienhaus mit Elektroauto und Wärmepumpe kann durch den dynamischen Tarif in Kombination mit einer intelligenten Anlagensteuerung Stromkosten in Höhe von 288 EUR pro Jahr einsparen (Abbildung 6). Dies ist eine Reduktion der Stromkosten von etwa 7 %. Durch Rabatte auf Netzentgelte und zeitvariable Netzentgelte können die Einsparungen um weitere 697 EUR ansteigen, auf insgesamt 985 EUR pro Jahr (25 % der Stromrechnung).

Stromkosten inkl. Elektroauto und Wärmepumpe

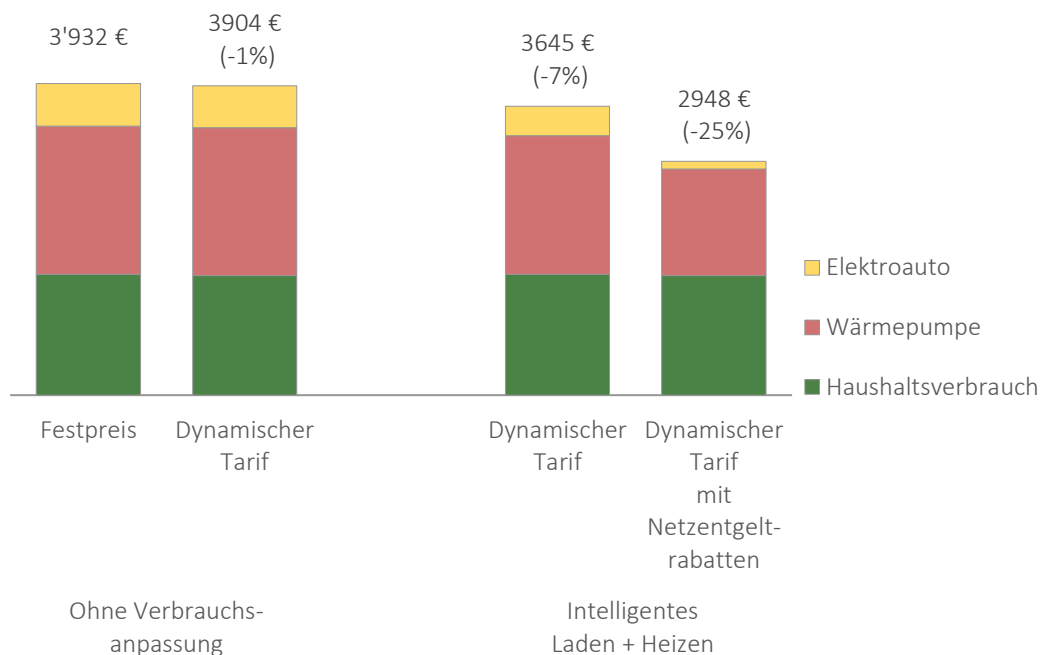


Abbildung 6: Kombinierte Stromkosten für einen Haushalt mit Wärmepumpe und Elektroauto. Der Netzentgelt-rabatt ergibt sich durch die Anwendung von Modul 1 und 3 auf das Elektroauto und Modul 2 auf die Wärmepumpe. Dies ist möglich, wenn beide Anlagen einen eigenen Zähler haben. Der Grundpreis der Stromversorgung ist im Haushaltsverbrauch enthalten.

Andere Netzgebiete. Die gezeigten Einsparungen durch zeitvariable Netzentgelte (Modul 3) gelten für das Netzgebiet von Westnetz. Die zeitvariablen Netzentgelte unterscheiden sich jedoch deutlich zwischen den Netzgebieten, und zwar sowohl darin in welchen Zeitfenstern die niedrigsten bzw. höchsten Netzentgelte gelten als auch in den Preisniveaus. Bei Westnetz sind die Netzentgelte in den Abendstunden am teuersten und nachts am günstigsten. Die Unterschiede zwischen den Preisstufen sind im Vergleich zu anderen Netzbetreibern vergleichsweise stark ausgeprägt. Zeitvariable Netzentgelte führen zu einem besonders hohen Einsparpotenzial, wenn der Verbrauch in Zeiten verschoben werden kann, in denen günstige Netzentgelte mit günstigen Strompreisen zusammenfallen. In Netzgebieten, in denen die günstigsten Netzentgelte in den Mittagsstunden auftreten, sind ähnlich hohe Einsparungen für flexible Verbraucher zu erwarten. In Netzregionen, in denen die Netzentgelte nie besonders günstig sind, lohnt sich Flexibilität hingegen weniger stark.

5 Vermiedene Abregelung

Negative Strompreise. Wenn das Angebot die Nachfrage nach Strom übersteigt, wird der Strompreis an der Börse negativ. Direktvermarktete Erneuerbare-Energien-Anlagen werden dann abgeregelt, da die Betreiber ansonsten finanzielle Verluste machen würden. Das ist ökonomisch sinnvoll, führt aber dazu, dass potenziell verfügbarer erneuerbarer Strom nicht genutzt wird. In den letzten Jahren ist die Anzahl an Stunden mit negativen Strompreisen stark angestiegen. Im Analysezeitraum vom 1. September 2024 bis zum 31. August 2025 gab es 549 Stunden mit negativen Preisen, also 6 % aller Stunden.

Zusätzlicher Verbrauch. In Stunden mit negativen Preisen verursacht zusätzlicher Stromverbrauch keine CO₂-Emissionen: wenn keine Netzengpässe vorliegen, wird weniger Ökostrom abgeregelt. Aus diesem Grund ist es volkswirtschaftlich und ökologisch sinnvoll, Stromverbrauch von Stunden mit positiven Strompreisen in Stunden mit negativen Strompreisen zu verschieben. Das reduziert die Abregelung und den Bedarf an konventionell erzeugtem Strom. Der dynamische Stromtarif gibt die Börsenstrompreise an Haushalte weiter und gibt daher genau die richtigen Anreize für eine solche Lastverschiebung.

Intelligentes Laden. Das intelligente Laden von Elektroautos verringert die Abregelung von erneuerbaren Energien deutlich, weil es das Laden – wo möglich – in die Abregelungsstunden verschiebt (Abbildung 7). Dadurch kann rund 42 % des Strombedarfs (statt im Referenzfall 12%) in Stunden bezogen werden, in denen Strom wegen negativer Strompreise abgeregelt wird. In Folge davon muss weniger zusätzlicher Strom erzeugt werden. Im betrachteten Fall werden nur noch 912 kWh statt 1388 kWh Strom in Stunden verbraucht in denen nicht abgeregelt wird. Werden auch zeitvariable Netzentgelte beim intelligenten Laden berücksichtigt, sinkt der Anteil an bezogenem Strom, der ansonsten abgeregelt worden wäre. Dies liegt daran, dass das Laden dann auch vermehrt in Stunden mit niedrigen Netzentgelten erfolgt; dies sind bei Westnetz aber in der Regel nicht die Stunden in denen erneuerbare Energien abgeregelt werden, da die zeitvariablen Netzentgelte nachts zwischen 0:00 Uhr und 4:00 Uhr am günstigsten sind, wenn keine Solarerzeugung stattfindet.

Vermiedene Abregelung durch Ladeverbrauch

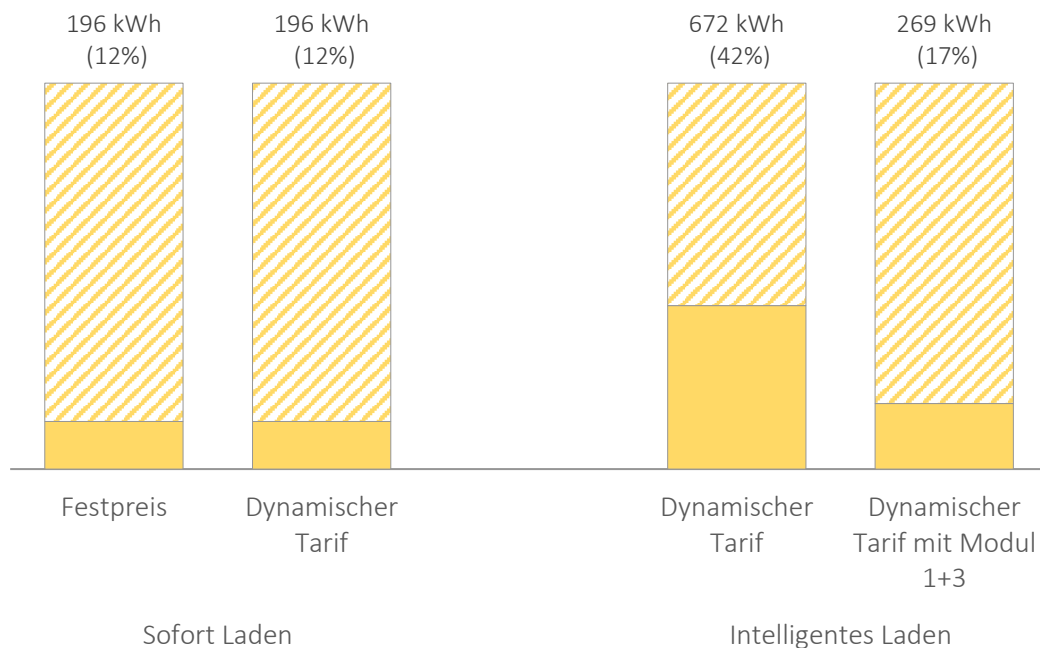


Abbildung 7: Vermiedene Abregelung durch das Laden des Elektroautos im Verhältnis zum gesamten Ladeverbrauch bei Festpreis, dynamischem Tarif sowie zusätzlich mit dynamischen Netzentgelten bei zwei verschiedenen Ladestrategien.

Intelligentes Heizen. Auch durch das intelligente Heizen wird mehr ansonsten abgeregelter Strom bezogen. Allerdings ist der Effekt deutlich geringer als beim Elektroauto. Der Anteil an ansonsten abgeregeltem Strom steigt von 5 % beim Festpreis auf rund 10 % beim intelligenten Heizen. Dies liegt insbesondere daran, dass das Flexibilitätspotenzial der Wärmepumpe wegen der thermischen Verluste insgesamt beschränkt ist und dass ein Großteil der Stunden mit negativen Großhandelspreisen im Sommer, und somit außerhalb der Heizperiode, auftritt

Heimspeicher. Ein Heimspeicher, der zur Ausnutzung von Preisunterschieden betrieben wird, erhöht ebenfalls die Nutzung von ansonsten abgeregeltem Strom (Abbildung 8). Sein Potenzial zur besseren Nutzung von abgeregeltem Strom ist aber begrenzt. Dies liegt daran, dass der Speicher sinnvollerweise Strom nur für wenige Stunden speichert, um die begrenzte Speicherkapazität so oft und so gut wie möglich auszunutzen. Abregelungen erfolgen jedoch häufig konzentriert über einige Stunden am Stück und vor allem in den Sommermonaten.

Vermiedene Abregelung bei 4000 kWh Verbrauch

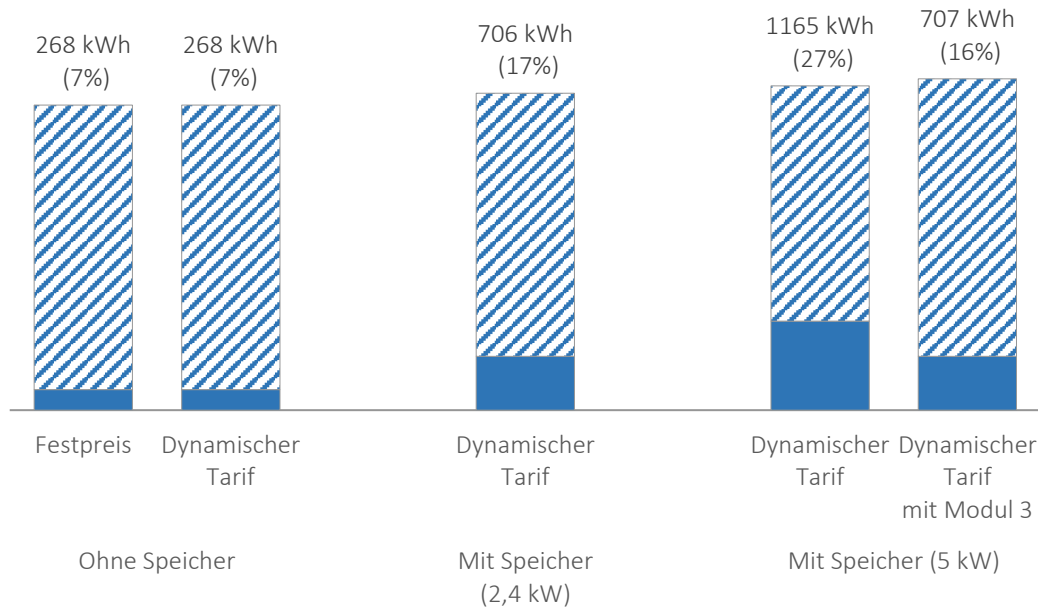


Abbildung 8: Vermiedene Abregelung durch den Stromverbrauch im Verhältnis zum Gesamtverbrauch des Haushaltes mit drei Kindern und zwei berufstätigen Eltern bei Festpreis und dynamischem Tarif sowie zusätzlich mit zwei verschiedenen Heimspeicher-Konfigurationen.