

15/18

Vom Heizgerät zum Energiesystem

Wärmepumpe, Photovoltaik, Batteriespeicher und Elektroauto als integriertes Ganzes.

Author: Dr.-Ing. Marek Miara, erschienen am 24.02.2026

Kriterium → Kombination ↓	Zusatz- Investition	Ersparnis im Betrieb	Eigenanteil	Netznutzen	Aufwand
WP + PV	8-12 T€	900-1.200 €	15-20%	Mittel	Mittel
WP + PV + Batterie	6-10 T€*	1.000-1.600 €	35-55%	Hoch	Erhöht
WP+PV+E-Auto (bidirektional)	2-5 T€**	> 1.000 €	25-45%	Hoch	Erhöht
WP + Solarthermie	0 T€ / 5-8T€ (Bestand/Neubau)	200-500 €		Kein	Gering
WP + Hybrid (Fossil)	1-4 T€			Kein	Mittel

1 - Nur Speicherkosten – PV-Anlage bereits vorhanden., ** Nur bidi-Wallbox – PV-Anlage und Fahrzeug bereits vorhanden., Referenz: EFH 140 m², mittlerer Sanierungsstand, Kosten vor Förderung. Bei Ersparnis – nur Betriebskosten, keine Vollkostenrechnung. Eine weitere Erläuterung der Grafik und ihrer Kennzahlen findet sich am Ende dieses Artikels.

Wer eine Wärmepumpe installiert, hat bereits die zentrale Entscheidung getroffen. Sie nutzt Umweltwärme, arbeitet effizient, senkt die CO₂-Emissionen im Vergleich zu fossilen Heizsystemen erheblich – und schützt damit zugleich vor steigenden Energie- und CO₂-Kosten, die absehbar weiter zunehmen werden. Photovoltaik, Solarthermie oder ein Elektroauto können dieses System sinnvoll ergänzen.

Werden diese Technologien kombiniert, entstehen Vorteile, die über die bloße Addition der Einzelbeiträge hinausgehen – allerdings in unterschiedlichem Maß. Schon ohne intelligente Steuerung bringt jede Komponente ihren eigenen Nutzen: Die Wärmepumpe nutzt Solarstrom vom eigenen Dach, ein Batteriespeicher verlängert dieses Nutzungsfenster, das Elektroauto lädt bevorzugt bei günstigen Preisen. Eins plus eins ergibt zwei.

Erst durch aktive Koordination – etwa über ein Heim-Energiemanagementsystem (HEMS), dynamische Stromtarife oder vergünstigte Netzentgelte nach §14a EnWG – werden diese Wechselwirkungen gezielt genutzt. Dann läuft die Wärmepumpe verstärkt bei hoher Stromerzeugung oder niedrigen Preisen, der Speicher hält

Die Vorteile in der Kombination mehrerer Ergänzungstechnologien sind größer als die Summe ihrer Einzelteile.

Kapazitäten frei, und das Elektroauto wird zum mobilen Puffer. Das Ergebnis übersteigt die bloße Summe der Einzelbeiträge.

Das HEMS, das in Folge 14 dieser Serie erläutert wurde, ist hierfür das zentrale Werkzeug. Es ist jedoch keine Voraussetzung dafür, dass sich die beschriebenen Kombinationen rechnen – sie funktionieren auch ohne intelligente Koordination. Mit ihr entfalten sie lediglich zusätzlichen systemischen Mehrwert.

Wärmepumpe und Photovoltaik

Die Kombination von Wärmepumpe und Photovoltaikanlage ist die naheliegendste und zugleich am weitesten verbreitete Paarung im Bereich der Gebäudeenergietechnik. Der Grundgedanke ist einfach: Die PV-Anlage erzeugt Strom auf dem eigenen Dach, die Wärmepumpe nutzt ihn zur Bereitstellung von Heizwärme und Warmwasser. Statt Überschussstrom zu einer Einspeisevergütung von derzeit rund 8 Cent pro Kilowattstunde ins Netz abzugeben, wird er im eigenen System genutzt – und ersetzt damit Netzstrom, der je nach Tarif zwischen 25 und 35 Cent pro Kilowattstunde kostet. Der wirtschaftliche Hebel liegt in dieser Differenz.

Wie viel PV-Strom kann die Wärmepumpe tatsächlich nutzen?

Die entscheidende Einschränkung dieser Kombination ist die saisonale Diskrepanz: Die meiste Sonneneinstrahlung gibt es im Sommer, den höchsten Heizwärmebedarf aber im Winter. Eine Wärmepumpe, die im Januar an kalten Tagen viele Stunden läuft, kann in dieser Zeit nur begrenzt von einer PV-Anlage profitieren, die an kurzen, bewölkten Wintertagen wenig Strom erzeugt. Im Sommer kehrt sich das Bild um: Die PV produziert reichlich, die Wärmepumpe heizt kaum noch. Warmwasserbereitung und aktive Gebäudekühlung – ein Anwendungsfall, der an Bedeutung gewinnt – nehmen dann einen Teil des Überschusses auf.

Zur Einordnung: Zwei Kennzahlen beschreiben den Erfolg dieser Kombination. Die Autarkie gibt an, wie viel des Haushaltsstrombedarfs aus eigener Erzeugung gedeckt wird; die Eigenverbrauchsquote beschreibt umgekehrt, wie viel des selbst erzeugten Solarstroms im Haus genutzt wird statt ins Netz zu fließen. Messungen zeigen für beide Kennzahlen erhebliche Unterschiede je nach Gebäudeeffizienz, Speichergröße und Nutzungsverhalten – mit Batteriespeicher steigen beide Werte deutlich.^{1,2}

Für die Wärmepumpe ist eine spezifischere Kennzahl maßgeblich: der solare Deckungsgrad des WP-Strombedarfs – wie viel Prozent des jährlichen Wärmepumpenstroms aus eigener PV-Produktion stammt. Dieser Wert liegt strukturell deutlich unter den gebäudeweiten Autarkie- und Eigenverbrauchswerten, weil die Wärmepumpe ihren Strom vor allem im Winter braucht. Im typischen Bestandsgebäude sind ohne Batteriespeicher 15 bis 20 Prozent realistisch. EUPD Research zeigt, dass die Gebäudeeffizienz dabei der entscheidende Hebel ist: Je weniger die Wärmepumpe jährlich verbraucht, desto höher der solar deckbare Anteil.³

Für die Kombination aus WP und PV ist wichtig, wie viel des benötigten Stroms überhaupt geliefert werden kann und wie groß die saisonalen Unterschiede sind.

Dimensionierung und Wirtschaftlichkeit

PV-Anlage, Wärmepumpe und Speicher sollten aufeinander abgestimmt dimensioniert werden.⁴ Die Dimensionierung sollte am Gesamtstromverbrauch des Haushalts orientiert sein – Wärmepumpe, Haushaltsstrom und ein mögliches Elektroauto eingeschlossen. Überdimensionierung bringt keine proportionale Zusatzerparnis: Überschussstrom fließt ins Netz und wird mit der aktuell niedrigen Einspeisevergütung vergütet. Eine Studie der RWTH Aachen und E.ON belegt, dass sich die Kombination im typischen Bestandsgebäude gegenüber einer fossilen Heizung amortisiert – der genaue Zeitraum hängt von Gebäudeeffizienz und Eigenverbrauchsanteil ab.⁵

Wärmepumpe und Energiespeicher

Ein Batteriespeicher ermöglicht die zeitliche Entkopplung von Stromerzeugung und -verbrauch: Er lädt tagsüber, wenn die PV produziert, und gibt die Energie abends oder nachts ab – zu genau dem Zeitpunkt, wenn die Wärmepumpe heizt. Laut BSW-Solar werden bereits acht von zehn neu installierten PV-Dachanlagen im Heimsegment zusammen mit einem Batteriespeicher installiert – die Kombination ist längst zum Standard geworden.⁶

Damit ein Batteriespeicher seinen vollen Nutzen entfaltet, braucht er eine vorausschauende Ladesteuerung.⁷ Ohne diese Steuerung lädt sich ein einfach konfigurierter Speicher am Morgen auf, ist mittags randvoll – und weiterer Solarstrom fließt ins Netz, anstatt genutzt zu werden. Eine prognosebasierte Steuerung bezieht Wettervorhersagen ein und verteilt den Ladevorgang so auf den Tag, dass die Kapazität gezielt freigehalten wird. Auch die Auslegung spielt eine Rolle: Eine überdimensionierte Batterie bringt keine proportionale Zusatzerparnis. Als Orientierung gilt eine Speicherkapazität von etwa 1 bis 1,5 kWh je Kilowatt PV-Leistung – mehr amortisiert sich selten. Die Stromspeicher-Inspektion 2025 der HTW Berlin und des KIT hat diesen Zusammenhang systematisch untersucht und belegt.⁸

Ein Batteriespeicher ist nur dann wirklich sinnvoll, wenn seine Ladung vorausschauend gesteuert wird.

Batteriespeicher glätten zudem die Erzeugungsspitzen der PV und die Lastspitzen der Wärmepumpe – eine messbare Entlastung für das lokale Stromnetz. Eine Kurzstudie von HTW Berlin und BSW-Solar zeigt, dass intelligent kombinierte Systeme aus PV, Speicher und Wärmepumpe den Netzausbaubedarf lokal merklich senken können.⁹ Besonders wirtschaftlich wird der Speicher, wenn im Haushalt gleichzeitig eine Wärmepumpe und ein Elektroauto betrieben werden – dann steigt der Eigenverbrauch und damit der Nutzen spürbar an.¹⁰

Wärmepumpe und Solarthermie

Solarthermie ist eine ausgereifte Technologie: Kollektoren auf dem Dach wandeln Sonnenstrahlung direkt in nutzbare Wärme um, mit hohem Wirkungsgrad und ohne elektrischen Umweg. In Kombination mit einer Wärmepumpe entsteht eine gemeinsame hydraulische Installation, in der beide Quellen Wärme ins gleiche Heizungssystem liefern.

In der Praxis ist Warmwasserbereitung der häufigste Anwendungsfall. Im Sommer, wenn Solarthermie am ertragreichsten ist, arbeitet die Wärmepumpe für die

Warmwasserbereitung ohnehin mit guter Effizienz – die Wärmequelle Außenluft ist warm und der Strombedarf gering. Die Solarthermie entlastet sie also dort, wo sie am wenigsten Hilfe braucht, und ist im Winter – wenn der Bedarf am größten ist – kaum verfügbar. Diese saisonale Verschiebung ist der entscheidende Grund, warum das Zusammenspiel beider Technologien sorgfältig geplant werden muss.

Wer bereits über eine Solarthermieanlage verfügt, sollte prüfen, ob sie sinnvoll in das neue Wärmepumpensystem integriert werden kann. In vielen Fällen ist das technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar. Bei Neuplanung hingegen fällt die Entscheidung häufig zugunsten einer Photovoltaikanlage aus, da diese flexibler einsetzbar ist und in Kombination mit der Wärmepumpe meist einen höheren energetischen Gesamtnutzen erzielt.

Solarthermie bleibt damit eine sinnvolle Bestandslösung, spielt jedoch bei Neuinstallationen im Wärmepumpenkontext zunehmend eine untergeordnete Rolle.

Wärmepumpe und Elektroauto

Wärmepumpe und Elektroauto haben eine entscheidende Gemeinsamkeit: Beide sind große, steuerbare elektrische Verbraucher. Eine Wärmepumpe im Einfamilienhaus benötigt typischerweise 3.000 bis 5.000 kWh Strom pro Jahr, ein Elektroauto weitere 2.000 bis 3.000 kWh. Eine PV-Anlage mit 8 bis 10 kWp erzeugt jährlich rund 7.000 bis 9.000 kWh – im Jahresmittel genug für beide Verbraucher. Entscheidend ist nicht die Jahresbilanz, sondern die zeitliche Abstimmung von Erzeugung und Bedarf.

Dieses Potenzial erschließt sich über die Ladesteuerung: Wann das Auto lädt, ist in weiten Teilen flexibel. Analysen zum Einsparpotenzial zeigen, dass die Kombination aus intelligentem Lademanagement, dynamischen Strompreisen und den vergünstigten Netzentgelten nach §14a EnWG die Ladekosten gegenüber unkontrolliertem Laden erheblich senken kann – in günstigen Konstellationen um 50 bis über 80 Prozent.¹¹

Bidirektionales Laden: Das E-Auto als Hausspeicher

Die zukunftsweisende Dimension liegt im bidirektionalen Laden – Vehicle-to-Home (V2H) und Vehicle-to-Grid (V2G). Moderne E-Autos haben 40 bis 100 kWh Batteriekapazität – ein Vielfaches eines Heimspeichers. Ein tagsüber solar geladenes Auto könnte abends den Haushalt inklusive Wärmepumpe mitversorgen. Laut Bundesregierung fehlen allerdings noch herstellerübergreifende Standards für das Zusammenspiel von bidirektionaler Wallbox, PV-Anlage, Speicher, Wärmepumpe und Energiemanagement.¹² Normierte Lösungen werden erst ab 2027/2028 erwartet.¹³

Gleichwohl kommt Bewegung in den Markt. Ende 2025 hat der Bundestag die Doppelbelastung bei Netzentgelten für Zwischenspeicherung beseitigt.¹⁴ Im Februar 2026 starteten BMW und E.ON das erste kommerzielle V2G-Angebot für Privatkunden.¹⁵ Für V2H sind laut Bundesregierung keine regulatorischen Hürden bekannt – entscheidend ist die Verfügbarkeit zertifizierter DC-Wallboxen ab Frühjahr 2026.¹⁶

Im Zusammenspiel mit WPs gibt es bei Solarthermie große saisonale Diskrepanzen, sie hat allerdings besonders im Bestand Vorteile

Es muss nicht immer nur vom Haus aus das Auto geladen werden. Wenn Strom anderswo gerade schwer verfügbar ist, geht es auch anders herum.

In einem zweijährigen Praxistest von Hager Group, Audi und E3/DC erreichten Haushalte mit PV und stationärem Batteriespeicher über 50 Prozent Autarkie. Wurde zusätzlich der Fahrzeugakku eines kompatiblen Elektrofahrzeugs eingebunden, stieg dieser Anteil um bis zu neun Prozentpunkte. Für die Wärmepumpe als spezifischen Verbraucher liegt der solare Deckungsgrad des WP-Strombedarfs beim V2H-Betrieb bei realistisch 25 bis 45 Prozent im typischen Einfamilienhaus – und damit unter dem eines stationären Batteriespeichers gleicher Kapazität. Das E-Auto steht tagsüber – genau dann, wenn die PV-Anlage am meisten produziert – häufig nicht zu Hause. Wer hingegen im Homeoffice arbeitet oder ein Zweitfahrzeug betreibt und das Auto regelmäßig anschließt, kann diesen Wert auf 40 bis 55 Prozent steigern. Das Verfügbarkeitsprofil des Fahrzeugs ist damit der wichtigste Einzelfaktor für den praktischen Nutzen von V2H in Kombination mit einer Wärmepumpe.¹⁷

Die Fahrzeugbatterie mit 40 bis 100 kWh ist bereits vorhanden – eine separate Investition in einen stationären Großspeicher entfällt. Die relevante Investition ist die bidirektionale Wallbox: Eine gewöhnliche Wallbox kostet 500 bis 1.500 Euro; bidirektionale Modelle beginnen derzeit bei 3.000 Euro aufwärts. Das Fahrzeug muss angeschlossen sein, um zu wirken – wer es tagsüber nutzt, kann es nicht gleichzeitig als Hausspeicher einsetzen. Zudem sind Langzeitdaten zu Batteriealterung durch verstärktes Entladen noch begrenzt.

5

Wärmepumpe und fossile oder biogene Wärmeerzeuger

Vollständigkeitshalber sei auch die Kombination mit einem fossilen oder biogenen Wärmeerzeuger erwähnt – also Hybridanlagen, bei denen ein Gaskessel oder Pelletkessel die Wärmepumpe an besonders kalten Tagen unterstützt. Dieses Thema wurde in Folge 7 dieser Serie ausführlich behandelt. Anders als PV, Batteriespeicher und Elektroauto, die den Eigenstromanteil erhöhen oder Flexibilität schaffen, dient der fossile Kessel als Backup für sehr kalte Tage – also genau dann, wenn der Ertrag der Wärmepumpe sinkt und der Heizwärmebedarf am höchsten ist. Jede Betriebsstunde des fossilen Kessels erhöht die CO₂-Emissionen, bindet Brennstoffkosten und verlängert die Abhängigkeit von Energieträgern, deren Preisentwicklung sich kaum vorhersagen lässt. Wer mit einer Hybridanlage beginnt, sollte den Bivalenzpunkt – die Außentemperatur, ab der der Kessel zuschaltet – so weit wie möglich in Richtung tiefer Temperaturen verschieben und den Kessel mittelfristig ersetzen. Als dauerhaftes Konzept hat die Hybridanlage keine überzeugende Zukunftsperspektive.

Die Verbindung von WPs mit fossilen oder biogenen Wärmeerzeugern sollte maximal eine kurzfristige Übergangslösung sein.

Wärmepumpe und thermische Speicherung

Thermische Speicherung ist kein Zusatz zur Wärmepumpe – sie ist in den meisten Installationen bereits vorhanden. Ein Pufferspeicher für Heizungswasser, ein Warmwasserspeicher oder eine Fußbodenheizung mit ihrer massiven Estrichschicht: All das sind Formen thermischer Energiespeicherung, die sich gezielt nutzen lassen. Ein handelsüblicher Pufferspeicher fasst einige Kilowattstunden thermischer Energie – genug für mehrere Heizstunden in einem gut gedämmten Gebäude. Wer dagegen bedeutende Mengen Wärme über Tage speichern will, stößt schnell an Grenzen: Dazu wären Speicher von mehreren Kubikmetern nötig – baulich aufwändig und für die meisten Bestandsgebäude nicht praktikabel.

Thermische Speicher eignen sich daher gut zur kurzfristigen Lastverschiebung von Stunden, nicht zur saisonalen Speicherung.

In Kombination mit einer PV-Anlage oder einem dynamischen Stromtarif entfaltet diese Speicherform ihren größten Nutzen: Wenn die PV mehr produziert als der Haushalt gerade verbraucht, oder wenn die Strompreise besonders niedrig sind, wird die Wärmepumpe gezielt aktiviert und der Pufferspeicher oder die Fußbodenheizung auf einen höheren Temperatursollwert gebracht. Die so gespeicherte Wärme steht in den folgenden Stunden bereit, ohne dass die Wärmepumpe weiteren Strom benötigt. Dieses Prinzip der Lastverschiebung ist der Kern der SG-Ready-Schnittstelle, die in Folge 14 dieser Serie beschrieben wurde.

Ein Pufferspeicher ist in vielen Wärmepumpenanlagen ohnehin Teil der Hydraulik, die Estrichmasse kostet nichts extra. Thermische Lastverschiebung ist damit der kostengünstigste Flexibilitätsbeitrag, den eine Wärmepumpen-Installation leisten kann. Zu beachten: Eine zu starke Anhebung der Vorlauftemperatur erhöht den Temperaturhub der Wärmepumpe und senkt ihre Arbeitszahl – der Nutzen der Lastverschiebung darf die Effizienz des laufenden Betriebs nicht überwiegen.

Das Gesamtsystem: Wenn mehrere Komponenten zusammenwirken

6

In der Praxis werden diese Kombinationen zunehmend gemeinsam geplant. Ein Haushalt, der sich 2026 für eine Wärmepumpe entscheidet, kombiniert sie in vielen Fällen von Beginn an mit PV-Anlage, Batteriespeicher und Elektroauto.

Laut einer Studie der HTW Berlin erzielen vollelektrifizierte Haushalte – Wärmepumpe, PV-Anlage, Heimspeicher und Elektroauto – Jahreseinsparungen von bis zu 2.500 Euro.¹⁸ Dieser Wert übersteigt die Summe der Einzeleinsparungen, weil sich die Komponenten gegenseitig verstärken: Der Speicher verlängert die PV-Nutzung in die Nacht, die Wärmepumpe erhöht den Eigenverbrauch, das E-Auto fügt steuerbare Last hinzu, dynamische Tarife belohnen die Flexibilität – das HEMS koordiniert das Zusammenspiel. Dieselbe Studie zeigt, dass solche kombinierten Systeme den lokalen Netzausbaubedarf messbar senken können.

Für ein Einfamilienhaus mit Wärmepumpe ist PV mit Batteriespeicher der nächstliegende erste Erweiterungsschritt. Wer zusätzlich ein Elektroauto betreibt, profitiert überproportional von dynamischen Tarifen – und perspektivisch von bidirektionalem Laden.

Erläuterungen zur Vergleichsinfografik

Die Grafik vergleicht fünf Kombinationen in fünf Dimensionen. „Solare Eigenversorgung“ zeigt den solaren Deckungsgrad des WP-Strombedarfs – nicht die haushaltsseitige Autarkie. Referenz: EFH 140 m², typischer Bestand, WP-Strombedarf ca. 5.000–6.000 kWh/Jahr. Kosten vor Förderung.

Thermische Speicher können Lasten kurzfristig, zum Beispiel über einige Stunden, verschieben. Gegen saisonale Diskrepanzen sind sie kein Mittel.

Besonders wirksam werden die Technologien dann, wenn sie bewusst und gesteuert miteinander kombiniert werden.

WP + PV:

- **Invest:** 8.000 – 12.000€ (PV-Anteil); **Ersparnis:** 900 – 1.200€ pro Jahr (RWTH Aachen / E.ON, 2024); **Deckungsgrad WP:** 15 – 20% (saisonale Diskrepanz WP-Bedarf / PV-Ertrag); **Netz:** mittel (SG-ready);
Komplexität: mittel

WP + PV + Batteriespeicher:

- **Invest:** 6.000 – 10.000€ (Speicheranteil, PV vorhanden); **Ersparnis:** 1.000 – 1.600€ pro Jahr (HTW Berlin, 2025), **Deckungsgrad WP:** 35 – 55% (gebäudeabhängig; oberer Bereich mit prognosebasiertem HEMS); **Netz:** hoch; **Komplexität:** erhöht (HEMS erforderlich).

WP + Solarthermie:

- **Invest:** ~0€ (Bestand) / 5.000 – 8.000€ (Neuinstallation); **Ersparnis:** 200 – 500€ pro Jahr; **Deckungsgrad WP:** n/a (kein PV, reduziert thermischen Bedarf indirekt); **Netz:** keine; **Komplexität:** gering (nur hydraulisch)

WP + PV + E-Auto (bidirektional):

- **Invest:** 2.000 – 5.000€ (bidi-Wallbox; PV und Fahrzeug vorhanden); **Ersparnis:** >1.000€ pro Jahr (Neon-Studie, 2025); **Deckungsgrad WP:** 25 – 45% (bis 55% bei hoher Fahrzeugverfügbarkeit); **Netz:** sehr hoch (V2G perspektivisch). **Komplexität:** erhöht (HEMS + bidi-Wallbox + ISO 15118, früher Markt 2025/26).

WP + Hybrid (Fossil):

- **Invest:** 1.000 – 3.000€; **Mehrkosten möglich;** **Deckungsgrad WP:** n/a; **Netz:** keine; **Komplexität:** mittel

7

Zusammenfassung:

Die Wärmepumpe ist, wie Folge 12 dieser Serie gezeigt hat, für sich genommen die leistungsfähigste Heiztechnologie auf dem Markt – unabhängig davon, ob weitere Komponenten dazukommen. Jede der hier beschriebenen Ergänzungen trägt eigenständig zur Wirtschaftlichkeit bei und kann unabhängig von den anderen bewertet werden.¹⁹ Photovoltaik liefert günstigen Eigenstrom. Der Batteriespeicher verlängert das PV-Nutzungsfenster. Solarthermie entlastet die Wärmepumpe bei der Warmwasserbereitung. Das Elektroauto fügt steuerbare Flexibilität und perspektivisch bidirektionales Speicherpotenzial hinzu. Dynamische Tarife und §14a-Netzentgelttrabatte wirken als finanzieller Verstärker für alle Kombinationen.

Ein Heim-Energiemanagementsystem (HEMS) verstärkt alle diese Kombinationen und erschließt Synergien, die ohne aktive Koordination nicht entstehen (siehe Folge 14). Es ist aber keine Bedingung – alle hier beschriebenen Kombinationen funktionieren und rechnen sich auch ohne HEMS.

Wer mehrere Komponenten von Anfang an mitdenkt, kann Synergien bei Planung, Installation und Förderung nutzen. Verfügbare Förderungen – BEG für die Wärmepumpe, Nullsteuersatz für PV und Speicher – reduzieren die Investitionskosten erheblich. Die Wärmepumpe ist der Kern: Was dazukommt, hängt von Gebäude, Budget und Lebensumständen ab – aber fast jede Ergänzung zahlt sich aus.

-
- ¹Fraunhofer ISE (2025): Wärmepumpen heizen auch im Altbau klimafreundlich – Forschungsprojekt abgeschlossen. Feldmessdaten von 77 Wärmepumpen in Ein- bis Dreifamilienhäusern. Freiburg, November 2025.
- ²Fraunhofer ISE (2024): Analysis of the performance and operation of a photovoltaic-battery heat pump system based on field measurement data. In: Solar Energy Advances, April 2024.
- ³EUPD Research (2022): Solare Deckungsgrade für den Strombedarf von Wärmepumpen in Ein- und Zweifamilienhäusern. In: pv magazine Deutschland, 28. Oktober 2022.
- ⁴BDH – Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie (2024): Informationsblatt Nr. 70 – Planung und Auslegung des Systems PV-Anlage, Wärmepumpe und Speicherung. Berlin 2024.
- ⁵RWTH Aachen / E.ON (2024): Wirtschaftlichkeit der Kombination Wärmepumpe und Photovoltaik in Bestandsgebäuden. Studie, 2024.
- ⁶BSW-Solar / HTW Berlin (2025): Umfrage unter Installationsbetrieben. Berlin, Dezember 2025.
- ⁷HTW Berlin – Forschungsgruppe Solarspeichersysteme (2025): Stromspeicher-Inspektion 2025. Berlin, Februar 2025.
- ⁸HTW Berlin – Forschungsgruppe Solarspeichersysteme (2025): Empfehlungen zur Auslegung von Solarstromspeichern. Berlin 2025.
- ⁹HTW Berlin / BSW-Solar (2025): Reduktion des Netzausbaubedarfs durch Prosuming. Kurzstudie. Berlin, Dezember 2025.
- ¹⁰HTW Berlin (2025): Speicherinspektion 2025 – Einsparpotenziale für Eigenheime mit Wärmepumpe und Elektroauto. Berechnung auf Basis 10-kWp-PV-Anlage, 10-kWh-Batteriespeicher, Wärmepumpe und Elektroauto im Einfamilienhaus. Berlin 2025.
- ¹¹Neon Neue Energieökonomik (2025): Einsparpotenzial für Haushalte durch dynamische Stromtarife. Studie im Auftrag der naturstrom AG. Berlin, Oktober 2025.
- ¹²Deutscher Bundestag (2025): Antwort der Bundesregierung zum bidirektionalen Laden. Drucksache 20/14985. Berlin, Februar 2025.
- ¹³VDE FNN (2024): Hinweis Bidirektionales Laden – Laden und Rückspeisen von Elektrofahrzeugen. Frankfurt 2024.
- ¹⁴Bundesregierung (2025): Beschluss zur Beseitigung der Doppelbelastung bei Netzentgelten und Stromsteuer für Zwischenspeicherung. Berlin, November 2025.
- ¹⁵BMW / E.ON (2026): Gemeinsames Marktangebot für bidirektionales Laden mit BMW Neue Klasse. Pressemitteilung, Februar 2026.
- ¹⁶SFV – Solarenergie-Förderverein Deutschland (2025): Bidirektionales Laden in Deutschland – Status Quo 2025. Aachen 2025.
- ¹⁷Hager Group / Audi / E3/DC (2024): Bidirektionales Laden im Alltag – Zweijähriger Praxistest. Veröffentlicht in: firmenauto.de, November 2025.
- ¹⁸HTW Berlin (2025): Speicherinspektion 2025 – Einsparpotenziale für Eigenheime mit Wärmepumpe und Elektroauto. Berlin 2025.
- ¹⁹BWP – Bundesverband Wärmepumpe (2025): Absatzstatistik Heizungswärmepumpen 2025. Berlin 2025.