

Der LAMBDA Wärmefahrplan®

Kosteneinsparung, PV-Eigennutzung, Effizienz und Betriebsverhalten einer prädiktiv
geführten Luft-Wärmepumpe
Jahresrechnung auf Basis realer Wetter- und Strompreisdaten 2025, Standort Kirchbichl (Tirol)

LAMBDA Wärmepumpen GmbH

Juli 2026

Kurzfassung

Der Wärmefahrplan® ist ein von LAMBDA entwickeltes Betriebskonzept, das den Tagesbetrieb einer Wärmepumpe vorausschauend plant: Geheizt wird bevorzugt dann, wenn eigener PV-Strom verfügbar ist, wenn Strom günstig ist und wenn die Wärmepumpe besonders effizient arbeitet – also in den milden, trockenen Stunden des Tages. Das Gebäude selbst dient dabei als Wärmespeicher, wobei die gelieferte Wärmemenge im jeweiligen Tag ausgeglichen wird. Die Besonderheit: Der Wärmefahrplan® kommt ohne jegliche Schnittstellen aus – kein Energiemanagementsystem (HEMS), kein Smart-Meter-Anschluss, keine Konfiguration vor Ort.

In einer Jahresrechnung mit realen Wetter- und Strompreisdaten 2025 für ein Einfamilienhaus am Standort Kirchbichl in Tirol wurden 16 Konfigurationen (Vorlauftemperatur 35/55 °C, Komfortband $\pm 3/\pm 6$ kW, mit/ohne 6-kWp-PV-Anlage, Fixtarif/dynamischer Tarif) jeweils gegen eine übliche witterungsgeführte Regelung verglichen. Die zentralen Ergebnisse:

- **Kostenersparnis von 5 bis 37 %** (91 bis 404 € pro Jahr) – bei identisch gelieferter Wärmemenge (Abweichung $< 0,3$ %).
- **PV-Eigennutzung deutlich erhöht:** Der Anteil des PV-Jahresertrags, den die Wärmepumpe nutzt, steigt von 16–18 % auf 29–39 %; die Wärmepumpe bezieht dadurch bis zu 37 % weniger Strom aus dem Netz.
- **Höhere Effizienz:** Die Arbeitszahl der Wärmepumpe steigt in nahezu allen Fällen – bei Flächenheizung von 5,23 auf bis zu 5,63 –, weil die Wärme bevorzugt in den wärmeren Tagesstunden erzeugt wird.
- **Weniger Abtauungen:** Die vereisungskritischen Volllaststunden (Wärmeerzeugung unter 3 °C bei hoher Luftfeuchte) sinken um 20 bis 45 %, weil der Betrieb aus den feucht-kalten Nacht- und Morgenstunden in die trockeneren und wärmeren Mittagsstunden wandert.
- **Wirkung auch ohne PV und ohne dynamischen Tarif:** Allein durch den Betrieb in effizienteren Stunden sinken die Stromkosten um 91 bis 101 € pro Jahr (5,3 bis 6,8 %).
- **Dynamischer Tarif erst mit Wärmefahrplan® wirksam:** Ohne Wärmefahrplan® bringt der Wechsel auf einen dynamischen Tarif im simulierten Jahr nur 3 bis 4 € pro Jahr. Mit eingeschaltetem Wärmefahrplan® zeigt sich hingegen eine deutliche Kostenreduktion von rund 10 bis 13 % gegenüber der Standardsituation.
- **PV-Anlage deutlich besser ausgenutzt:** In allen Szenarien mit PV-Anlage hat sich die Einsparung gegenüber der Standardsituation mehr als verdoppelt (Faktor 2,0 bis 2,3).

- **Keine Schnittstellen:** Da weder HEMS noch Cloud- oder Smart-Meter-Anbindung erforderlich sind, entfallen Installationsaufwand, Kompatibilitätsfragen und potenzielle IT-Sicherheitsrisiken.

1 Das Simulationsprojekt

Um den Nutzen des Wärmefahrplan®s belastbar zu quantifizieren, hat LAMBDA eine ganzjährige Betriebssimulation aufgebaut. Sie bildet eine LAMBDA EU13L Wärmepumpe in einem Einfamilienhaus über alle 365 Tage des Jahres 2025 in 15-Minuten-Schritten ab – auf Basis des realen Betriebskennfelds der Maschine sowie realer, historischer Wetter- und Strompreisdaten. Für jeden Tag werden zwei Betriebsweisen mit identischer Wärmelieferung durchgerechnet:

- **Referenz:** klassische witterungsgeführte Regelung, wie sie heute Stand der Technik ist – die Wärmepumpe folgt dem momentanen Wärmebedarf, unterhalb der Minimalleistung taktet sie.
- **Wärmefahrplan®:** die gleiche Tageswärmemenge wird vorausschauend auf die günstigsten und effizientesten Stunden des Tages verteilt.

Damit ist der Vergleich fair: Beide Varianten liefern dieselbe Wärme (Heizung und Warmwasser) im selben Gebäude am selben Standort – nur der Zeitpunkt und die Höhe der Wärmeerzeugung unterscheiden sich innerhalb des Tages. Tabelle 1 fasst die Rahmenbedingungen zusammen.

Tabelle 1: Rahmenbedingungen der Jahresrechnung.

Wärmepumpe	LAMBDA EU13L, Leistungsbereich 2–12 kW; Simulation auf Basis eines digitalen Zwillings, der den realen Betriebszustand auf Grundlage zahlreicher Eingangsparameter nachbildet
Gebäude	Norm-Heizlast 10 kW bei -12°C Auslegungstemperatur, Jahresheizwärmebedarf ca. 27 000 kWh, Heizgrenze 15°C (Tagesmittel)
Warmwasser	täglich eine Ladung: 8 kW über 45 min
Wetterdaten	historische Messdaten Standort Kirchbichl ($47,56^{\circ}\text{N}$ / $12,14^{\circ}\text{O}$, 482 m), Jahr 2025, 15-min-Auflösung (Außentemperatur, Taupunkt, Globalstrahlung)
Strompreise	österreichische Day-Ahead-/Spotpreise (EXAA) 2025 in 15-min-Auflösung zzgl. Netzentgelt (5 ct/kWh), Servicepauschale (1,5 ct/kWh), Elektrizitätsabgabe (1,5 ct/kWh), Gebrauchsabgabe (+6 %) und USt (+20 %); alternativ Fixtarif 25 ct/kWh (brutto, all-in)
Photovoltaik	0 bzw. 6 kWp, Jahresertrag 7 769 kWh (aus Strahlungsdaten Kirchbichl 2025); PV-Strom, der in der Wärmepumpe genutzt wird, ist kostenfrei – Einspeiseerlöse werden nicht bewertet
Vorlauftemperatur	max. 35°C (Flächenheizung) bzw. max. 55°C (Radiatoren)
Komfortband	± 3 bzw. ± 6 kW um die mittlere Tagesheizlast – legt fest, wie weit die Heizleistung vom momentanen Bedarf abweichen darf; die Gebäudemasse (Estrich, Speichermassen) puffert die Differenz. Dieser Parameter entspricht dem ‚freigegebenen Leistungsbereich‘ (25 % bzw. 50 %) in den Einstellungen der LAMBDA Regelung
Referenzregelung	witterungsgeführter Betrieb, Taktbetrieb unterhalb der Minimalleistung – der heutige Stand der Technik
Zeitraum / Raster	365 Tage (ganzjährig 2025), Zeitschrittweite 15 Minuten

2 Idee und Funktionsweise des Wärmefahrplans®

Strom ist nicht zu jeder Tageszeit gleich viel wert – und eine Luft-Wärmepumpe arbeitet nicht zu jeder Tageszeit gleich effizient. Wer eine PV-Anlage besitzt, heizt am günstigsten, wenn die Sonne scheint. Wer einen dynamischen Stromtarif nutzt, profitiert von den Stunden mit niedrigen Börsenpreisen. Und unabhängig vom Tarif gilt: In den milden, trockeneren Tageszeiten erreicht die Wärmepumpe einen höheren COP und vereist deutlich seltener als in den feucht-kalten Tageszeiten (z. B. Nacht- und Morgenstunden). Eine klassische witterungsgeführte Regelung ignoriert all das – sie heizt einfach dann, wenn gerade Wärme gebraucht wird.

Der Wärmefahrplan® setzt genau hier an. Er erstellt für jeden Tag einen Plan, *wann und mit welcher Leistung* die Wärmepumpe die benötigte Wärme erzeugt. Dabei geht es nicht um einfaches Ein- und Ausschalten, sondern um eine kontinuierliche Modulation: Die Leistung wird angehoben, wenn die Bedingungen günstig sind, und abgesenkt, wenn sie ungünstig sind. Die zeitweise erzeugte Mehrwärme nimmt das Gebäude über seine Speichermassen (z. B. den Estrich einer Fußbodenheizung) auf und gibt sie zeitversetzt wieder an den Raum ab. Wie weit die Leistung vom momentanen Bedarf abweichen darf, legt das Komfortband fest (± 3 bzw. ± 6 kW um den mittleren Tagesbedarf). Abbildung 1 veranschaulicht das Prinzip.

Der Wärmefahrplan® nutzt die günstigsten und effizientesten Stunden des Tages

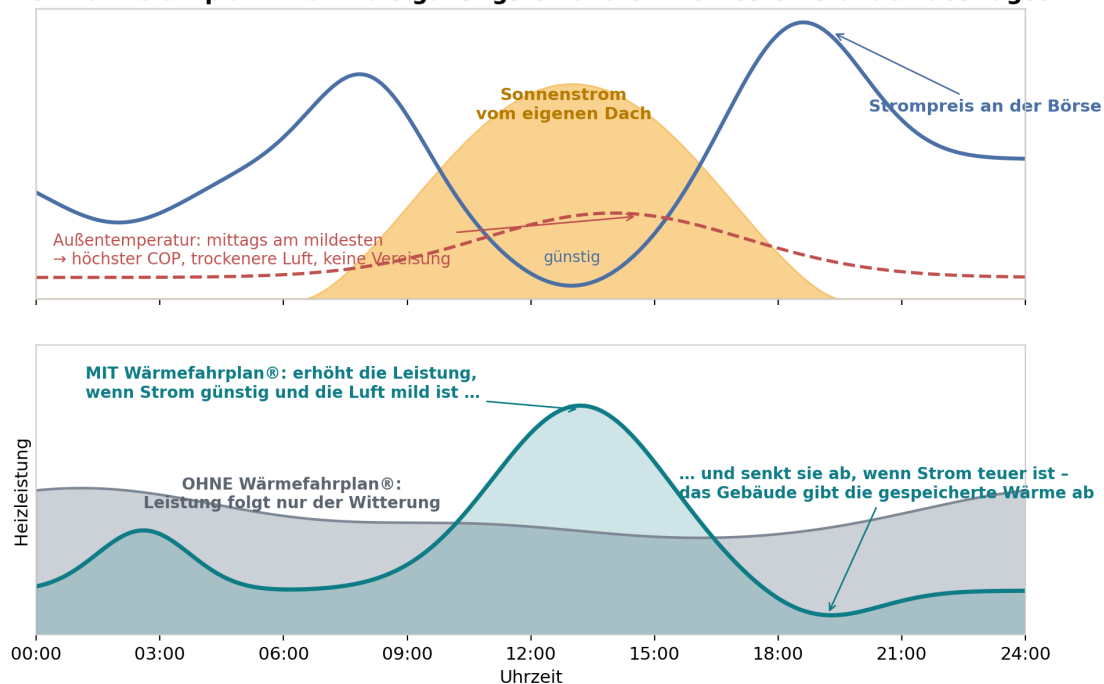


Abbildung 1: Das Prinzip des Wärmefahrplans®: Die Heizleistung wird kontinuierlich moduliert – angehoben in den Stunden mit Sonnenstrom, niedrigen Preisen und milder, trockener Luft (hoher COP, keine Vereisung), abgesenkt in den teuren, kalten Stunden.

2.1 Mehrere Ziele, ein Optimum

Hinter dem Wärmefahrplan® steht eine Abwägung mehrerer, teils gegenläufiger Effekte, die den tatsächlichen Preis einer Kilowattstunde Wärme in jedem Viertelstundenschritt bestimmen:

- **Leistung:** Je höher die momentane Heizleistung, desto niedriger der COP der Maschine. Hinzu kommt: Eine höhere Leistung erfordert eine höhere Vorlauftemperatur, um die Wärme über die Heizflächen an das Gebäude zu übertragen – und mit jeder Vorlauftemperaturerhöhung arbeitet die Wärmepumpe ineffizienter. Es lohnt sich also nicht, die

gesamte Wärme in möglichst wenige Stunden zu pressen – die Effizienzverluste würden den Preisvorteil auffressen.

- **Außentemperatur:** Je kälter die Luft, desto niedriger der COP.
- **Luftfeuchte und Vereisung:** Feuchte Luft bei niedrigen Temperaturen lässt den Verdampfer vereisen; jede Abtauung kostet zusätzlich Energie. Trockene bzw. mildere Stunden sind deshalb doppelt im Vorteil.
- **Strompreis und PV:** Günstige Börsenstunden und eigener Sonnenstrom senken den Preis der eingesetzten Kilowattstunde Strom – teilweise bis auf null.
- **Komfort:** Das Komfortband begrenzt, wie stark vom momentanen Bedarf abgewichen werden darf. Je weiter das Komfortband eingestellt ist, desto besser kann der Wärmefahrplan[®] ausgenutzt werden; jedoch steigen dadurch auch die untätigen Raumtemperaturschwankungen.

Diese Größen wirken oft gegeneinander: Die billigste Börsenstunde kann die kälteste sein; die sonnigste Stunde erlaubt hohe Leistung, aber hohe Leistung senkt den COP; das Vermeiden einer feuchten Kaltluftphase kann eine etwas teurere Stunde rechtfertigen. Der Wärmefahrplan[®] bewertet alle Effekte gemeinsam und findet für jeden Tag die Balance, bei der die Gesamtkosten der gelieferten Wärme minimal werden.

2.2 Ohne Schnittstellen – bewusst einfach

Ein zentrales Merkmal unterscheidet den Wärmefahrplan[®] von marktüblichen Optimierungsansätzen: Er benötigt *keinerlei Schnittstellen*. Kein Home-Energy-Management-System (HEMS), keine Anbindung an Smart Meter oder Wechselrichter, keine Tarif-API, keine Konfiguration durch den Installateur, Elektriker, IT-Techniker oder Endkunden. Damit entfallen die typischen Hürden solcher Systeme: Kompatibilitätsfragen zwischen Herstellern, zusätzliche Hardware- und Einrichtungskosten, laufende Abhängigkeit von Cloud-Diensten – und nicht zuletzt jede zusätzliche Angriffsfläche für IT-Sicherheitsrisiken im Heimnetz. Der Wärmefahrplan[®] funktioniert vom ersten Tag an, in jedem Haus, mit jedem Stromtarif und mit oder ohne PV-Anlage.

3 Untersuchte Fälle

Untersucht wurde die vollständige Matrix aus vier Einflussgrößen, insgesamt 16 Jahresrechnungen:

- **Vorlauftemperatur:** max. 35 °C (Flächenheizung) oder max. 55 °C (Radiatoren)
- **Komfortband:** ± 3 kW oder ± 6 kW (enge bzw. weite zulässige Abweichung vom momentanen Wärmebedarf)
- **Photovoltaik:** ohne PV oder mit 6-kWp-Anlage
- **Stromtarif:** Fixtarif 25 ct/kWh oder dynamischer Tarif auf Basis der Spotpreise 2025

4 Ergebnisse im Jahresvergleich

Der Wärmefahrplan[®] senkt die Stromkosten der Wärmepumpe in allen 16 Fällen – bei praktisch identischer Wärmelieferung (Abweichung unter 0,3 %). Die Bandbreite reicht von rund 5 % im einfachsten Fall (Fixtarif, ohne PV, VL 55 °C) bis zu 37 % im besten Fall (Flächenheizung mit PV-Anlage und weitem Komfortband); vgl. Abbildung 2 und Tabelle 2.

Jahresstromkosten 2025 - Referenzregelung vs. Wärmefahrplan® (16 Fälle, Standort Kirchbichl)

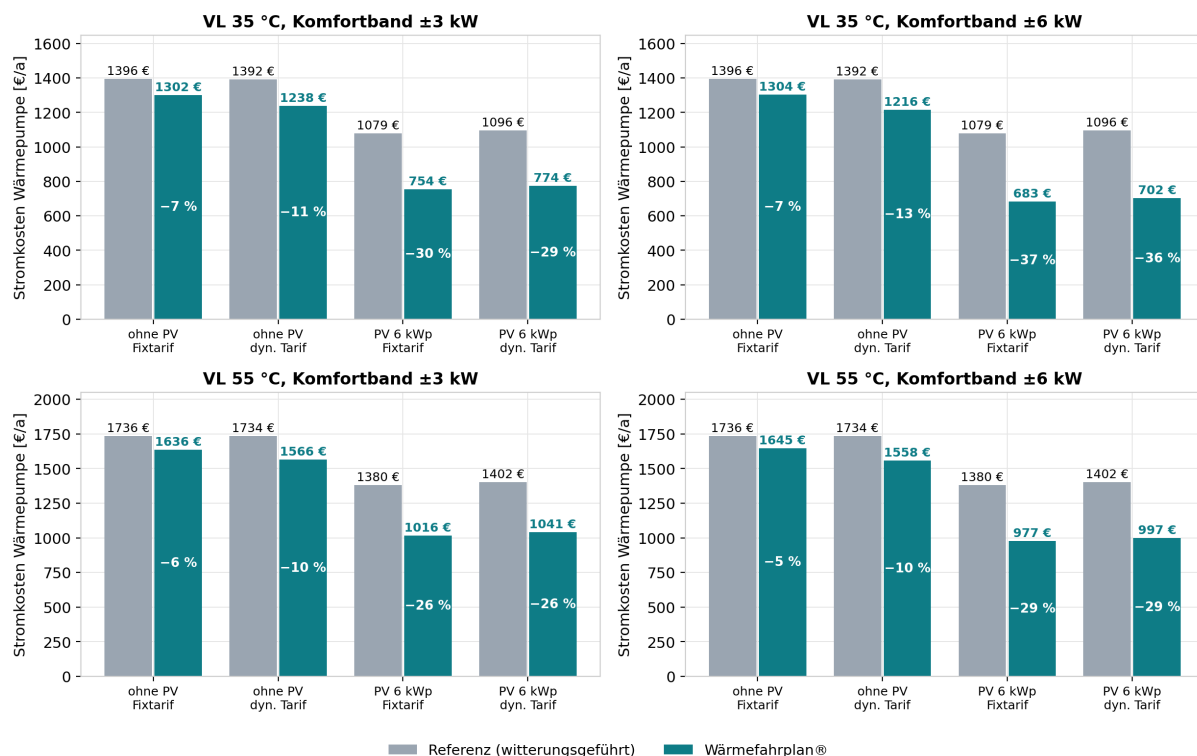


Abbildung 2: Jahresstromkosten der Wärmepumpe 2025: witterungsgeführte Referenz vs. Wärmefahrplan®, alle 16 Fälle.

Tabelle 2: Jahresergebnisse aller 16 Fälle. COP = Arbeitszahl des Verdichterbetriebs; WFP = Wärmefahrplan®; WK = Wärmekosten.

Fall (VL / Komfortband / PV / Tarif)	Kosten Ref. [€/a]	Kosten WFP [€/a]	Ersparnis [€/a]	Ersparnis [%]	COP Ref. → WFP	WK [ct/kWh]
VL 35 / ±3 kW / PV 0 / Fix	1396	1302	-94	-6,8	5,23 → 5,63	4,8 → 4,4
VL 35 / ±3 kW / PV 0 / Dyn	1392	1238	-154	-11,1	5,23 → 5,52	4,8 → 4,2
VL 35 / ±3 kW / PV 6 / Fix	1079	754	-325	-30,1	5,23 → 5,59	3,7 → 2,6
VL 35 / ±3 kW / PV 6 / Dyn	1096	774	-322	-29,4	5,23 → 5,54	3,7 → 2,6
VL 35 / ±6 kW / PV 0 / Fix	1396	1304	-93	-6,6	5,23 → 5,62	4,8 → 4,4
VL 35 / ±6 kW / PV 0 / Dyn	1392	1216	-176	-12,6	5,23 → 5,44	4,8 → 4,2
VL 35 / ±6 kW / PV 6 / Fix	1079	683	-395	-36,6	5,23 → 5,50	3,7 → 2,3
VL 35 / ±6 kW / PV 6 / Dyn	1096	702	-394	-36,0	5,23 → 5,45	3,7 → 2,4
VL 55 / ±3 kW / PV 0 / Fix	1736	1636	-101	-5,8	4,22 → 4,49	5,9 → 5,6
VL 55 / ±3 kW / PV 0 / Dyn	1734	1566	-168	-9,7	4,22 → 4,39	5,9 → 5,3
VL 55 / ±3 kW / PV 6 / Fix	1380	1016	-365	-26,4	4,22 → 4,43	4,7 → 3,5
VL 55 / ±3 kW / PV 6 / Dyn	1402	1041	-361	-25,8	4,22 → 4,39	4,8 → 3,5
VL 55 / ±6 kW / PV 0 / Fix	1736	1645	-91	-5,3	4,22 → 4,46	5,9 → 5,6
VL 55 / ±6 kW / PV 0 / Dyn	1734	1558	-175	-10,1	4,22 → 4,27	5,9 → 5,3
VL 55 / ±6 kW / PV 6 / Fix	1380	977	-403	-29,2	4,22 → 4,24	4,7 → 3,3
VL 55 / ±6 kW / PV 6 / Dyn	1402	997	-404	-28,8	4,22 → 4,20	4,8 → 3,4

Die Aufschlüsselung nach Konfiguration (Abbildung 3) zeigt die Treiber der Ersparnis:

- **Ohne PV, Fixtarif (91–94 €/a):** Bereits ohne jede Preis- oder PV-Information spart der Wärmefahrplan® 5–7 % – allein dadurch, dass die Wärme in den effizienteren, milderen und trockeneren Tagesstunden erzeugt wird. Die Arbeitszahl steigt spürbar (5,23 → 5,58 bei VL 35 °C).

- **Ohne PV, dynamischer Tarif (154–176 €/a):** Zusätzlich werden die günstigen Börsenstunden genutzt und die teuren Morgen- und Abendspitzen gemieden – die Ersparnis steigt auf 10–13 %.
- **Mit PV (322–404 €/a):** Die Verschiebung in die Sonnenstunden ist der größte Hebel: 26–37 % Ersparnis. Bemerkenswert: Auch im Fixtarif wird das volle Potenzial gehoben, da der Nutzen hier primär aus dem PV-Eigenverbrauch und dem Effizienzgewinn stammt.

Jährliche Ersparnis durch den Wärmefahrplan® nach Konfiguration (absolut und in Prozent)

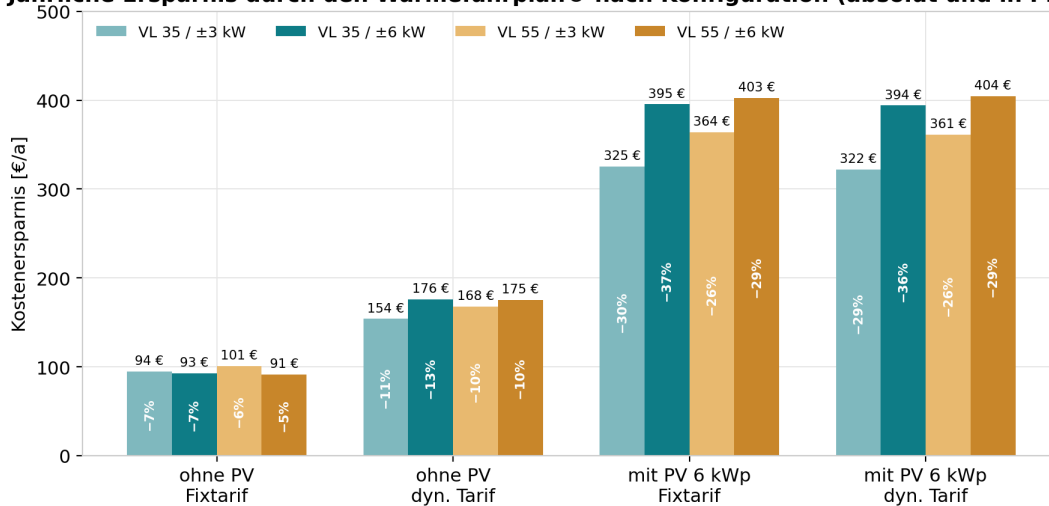


Abbildung 3: Jährliche Ersparnis nach Konfiguration, absolut und in Prozent: Die PV-Anlage ist der stärkste Hebel, der dynamische Tarif wirkt vor allem ohne PV, das weitere Komfortband erhöht die Ersparnis zusätzlich.

4.1 Die Rolle des Komfortbands

Das Komfortband ist der Stellhebel zwischen Wirkung und Behaglichkeit: Je weiter es gefasst ist, desto mehr Wärme kann zeitlich verschoben werden und desto größer ist die Ersparnis – desto stärker schwankt aber auch die Wärmeabgabe um den momentanen Bedarf. Überraschend ist, wie gut der Wärmefahrplan® bereits mit dem engen Band funktioniert: Mit ± 3 kW werden in den PV-Fällen bereits **82–90 % der Ersparnis** des weiten Bands (± 6 kW) erreicht, in den Fällen ohne PV sind es 88 % bis annähernd 100 %. Der Großteil des Nutzens ist also schon mit minimalem Komforteinfluss erreichbar; das weite Band holt den Rest.

Für den Endkunden übersetzt sich das Gesamtergebnis in deutlich niedrigere **Wärmekosten**: Bei einer Flächenheizung mit PV-Anlage sinken sie von 3,7 auf 2,3–2,6 ct je Kilowattstunde Wärme, bei Radiatoren von 4,7–5,9 auf 3,3–5,6 ct/kWh (Tabelle 2).

5 Erhöhung des PV-Nutzungsgrads

In den PV-Fällen zeigt sich der größte Einzeleffekt des Wärmefahrplan®s: Die witterungsgeführte Referenz nutzt nur 16–18 % des PV-Jahresertrags in der Wärmepumpe – schlicht, weil Wärmebedarf und Sonnenschein selten zusammenfallen. Der Wärmefahrplan® verschiebt die Wärmeerzeugung gezielt in die Sonnenstunden und hebt diesen Anteil auf 29–39 % (Abbildung 4).

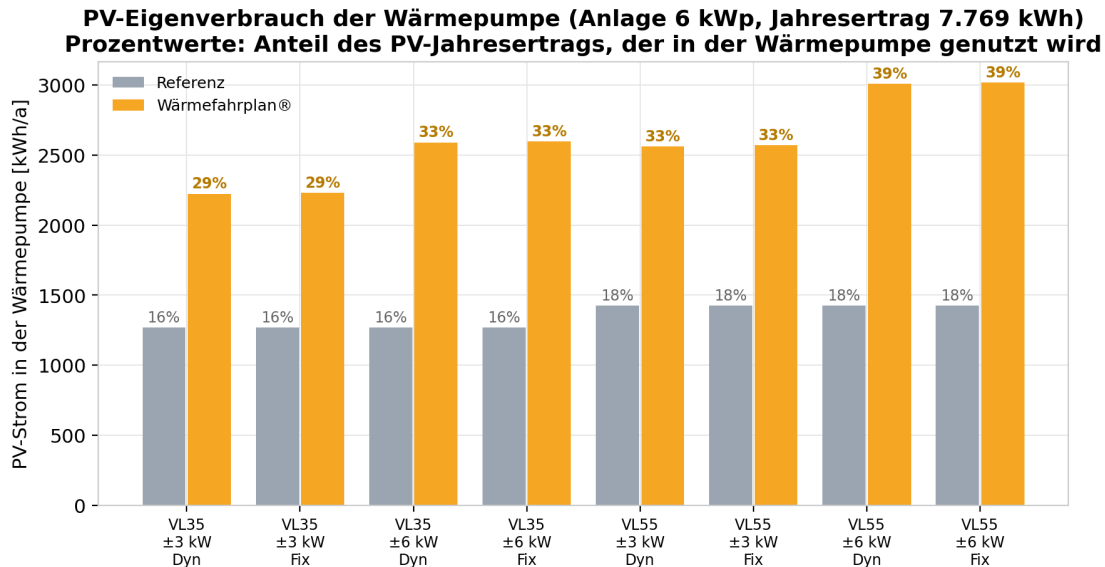


Abbildung 4: PV-Strom, der in der Wärmepumpe genutzt wird (6-kWp-Anlage, Jahresertrag 7769 kWh): Der Nutzungsgrad des PV-Ertrags steigt von 16–18 % auf 29–39 %.

- Bei VL 35 °C steigt der in der Wärmepumpe genutzte PV-Strom von 1 269 kWh auf 2 224–2 596 kWh pro Jahr (+**75 bis +105 %**).
- Bei VL 55 °C von 1 426 kWh auf 2 563–3 016 kWh (+**80 bis +112 %**).
- Der Netzbezug der Wärmepumpe sinkt entsprechend um **25 bis 37 %** – z. B. von 4 315 auf 2 734 kWh/a (VL 35 °C, ±6 kW, Fixtarif).

Der PV-Deckungsgrad des Wärmepumpen-Strombedarfs steigt damit von rund 20–23 % auf 38–49 %. Für Haushalte mit bestehender PV-Anlage bedeutet das: mehr Eigenverbrauch statt niedrig vergüteter Einspeisung – ohne dass Wechselrichter und Wärmepumpe miteinander kommunizieren müssen.

6 Effizienzgewinn und weniger Abtauungen

Neben PV und Strompreis wirkt ein dritter, oft unterschätzter Hebel: die **Effizienz der Wärmeerzeugung selbst**. Der Wärmefahrplan® verlagert den Betrieb systematisch in die wärmeren Tagesstunden. Dort erreicht die Wärmepumpe einen höheren COP – die Arbeitszahl steigt bei Flächenheizung von 5,23 auf bis zu 5,63, bei Radiatoren von 4,22 auf bis zu 4,49. Dieser Effekt wirkt in jedem Tarif und mit wie ohne PV; in den Fixtarif-Fällen ohne PV ist er sogar der einzige Hebel und trägt allein 5–7 % Ersparnis.

Der zweite Betriebsvorteil betrifft die **Vereisung**: Bei kalter, feuchter Luft – typischerweise in den Nacht- und Morgenstunden – bildet sich am Verdampfer Reif und Eis, das regelmäßig abgetaut werden muss. Jede Abtauung kostet Energie und mindert den Komfort. Der Wärmefahrplan® meidet genau diese Stunden und heizt stattdessen in der trockeneren, milderen Tagesmitte. Als Indikator wurden die vereisungskritischen Volllaststunden ausgewertet: die unter diesen Bedingungen (Außentemperatur $\leq 3^{\circ}\text{C}$ bei gleichzeitig hoher Luftfeuchte, Taupunktdifferenz $\leq 3\text{K}$) erzeugte Wärmemenge, bezogen auf die Nennleistung von 12 kW. Sie sinken von rund 884 h/a in der Referenz um **20 bis 45 %** – mit dem weiten Komfortband ($\pm 6\text{ kW}$) um 25–45 %, und selbst mit dem engen Band ($\pm 3\text{ kW}$) noch um 20–30 % (Abbildung 5).

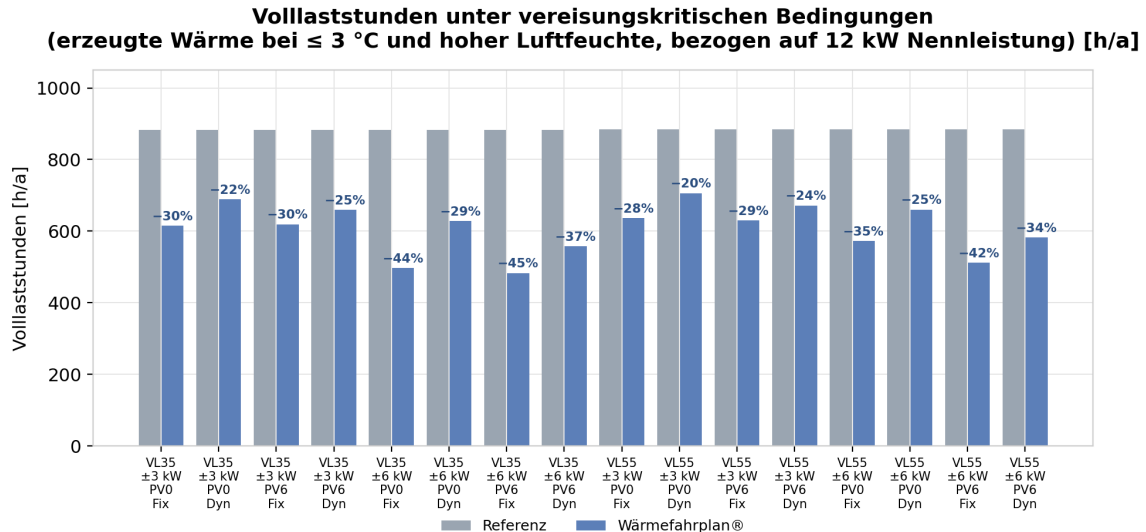


Abbildung 5: Volllaststunden unter vereisungskritischen Bedingungen (erzeugte Wärme bei $\leq 3^\circ\text{C}$ und hoher Luftfeuchte, bezogen auf 12 kW Nennleistung): mit dem Wärmefahrplan® 20–45 % weniger – entsprechend weniger Abtauzyklen, höhere Effizienz und geringerer Verschleiß.

7 Die Tagesperspektive

Der Jahreswert ist die Summe sehr unterschiedlicher Tage. Drei typische Beispiele aus der Simulation zeigen, wann der Wärmefahrplan® seine Stärken ausspielt – und wo seine Grenzen liegen.

7.1 Sonnige Übergangstage: der Idealfall

An sonnigen Tagen in der Übergangszeit trifft moderater Wärmebedarf auf hohen PV-Ertrag und niedrige Mittagspreise. Die Referenzregelung verteilt den Betrieb über den ganzen Tag; der Wärmefahrplan® moduliert die Leistung in das Sonnenfenster hinein. Am Beispieltag (Abbildung 6) sinken die Tageskosten um 90 %.

Sonniger Übergangstag, 20. März 2025 (VL 35 °C, Komfortband ± 6 kW, PV 6 kWp, dyn. Tarif)
Tageskosten: Referenz 4.41 € $\rightarrow$ Wärmefahrplan® 0.43 € (–90 %)

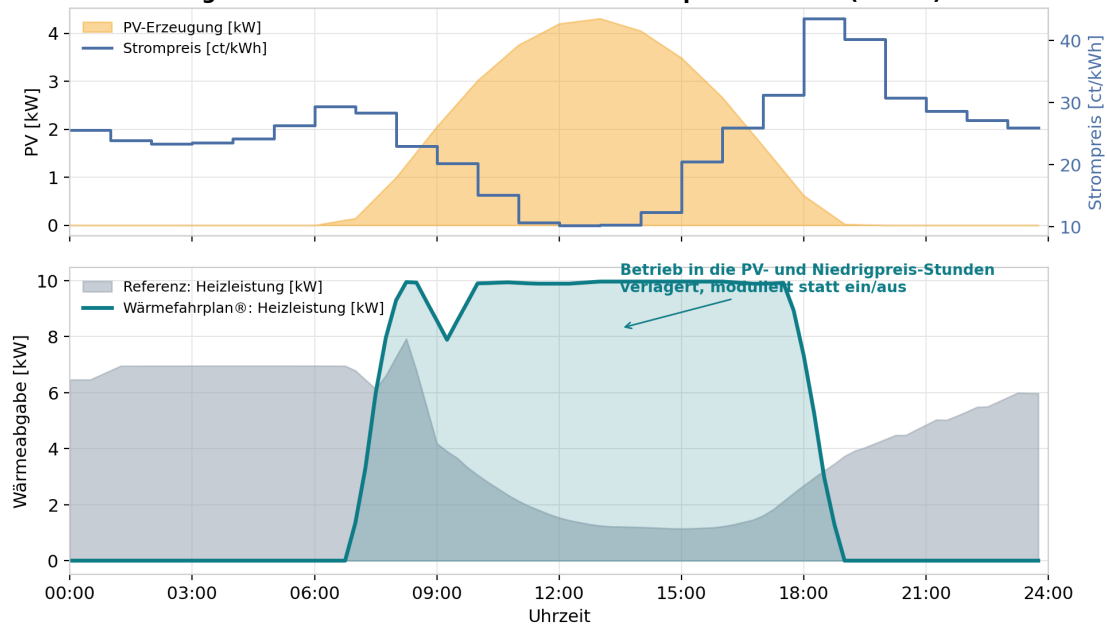


Abbildung 6: Sonniger Übergangstag (20. März 2025): Die Wärmeerzeugung wird in die PV- und Niedrigpreisstunden verlagert – Tageskosten 4,41 € $\rightarrow$ 0,43 € (–90 %).

7.2 Kalte Wintertage mit Preisspitzen: der Tarif-Fall

Im Winter ist der Spielraum kleiner, aber an Tagen mit ausgeprägten Preisspitzen hebt und senkt der Wärmefahrplan® die Leistung gezielt: mehr Leistung in den günstigen Tälern, Absenkung zu den teuren Morgen- und Abendspitzen – auch ganz ohne PV (Abbildung 7).

Kalter Wintertag mit hohem Preishub, 20. Januar 2025 (VL 35 °C, Komfortband ± 3 kW, ohne PV, dyn. Tarif)
Tageskosten: Referenz 12.21 € $\rightarrow$ Wärmefahrplan® 10.59 € (–13 %)

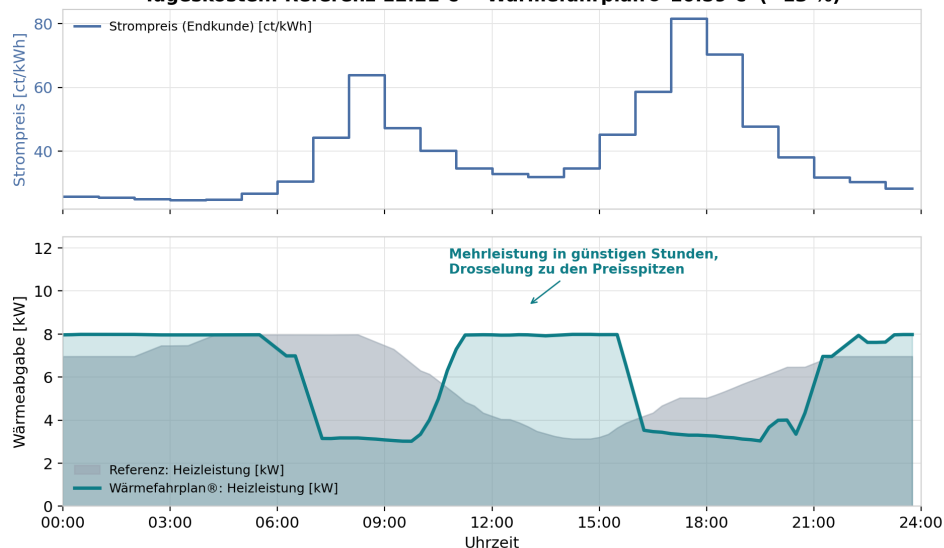


Abbildung 7: Kalter Wintertag mit hohem Preishub (20. Januar 2025, ohne PV, dyn. Tarif): Leistungsanhebung in den günstigen Stunden, Drosselung zu den Preisspitzen – Tageskosten –13 %.

7.3 Kalte, trübe Tage: die Grenze

An kalten, trüben Tagen mit flachem Preisprofil gibt es wenig zu holen: kaum PV-Ertrag, geringe Preisunterschiede und ein hoher, gleichmäßiger Wärmebedarf. Der Wärmefahrplan[®] verhält sich dann fast wie die Referenz (Abbildung 8). Wichtig: Er verursacht somit auch keine Mehrkosten (im Beispiel $\pm 0\%$); die Wärmeversorgung hat stets Vorrang.

Kalter, trüber Wintertag, 24. Dezember 2025 (VL 35 °C, Komfortband ± 6 kW, PV 6 kWp, dyn. Tarif)
Tageskosten: Referenz 7.93 € → Wärmefahrplan[®] 7.96 € ($\approx \pm 0\%$)

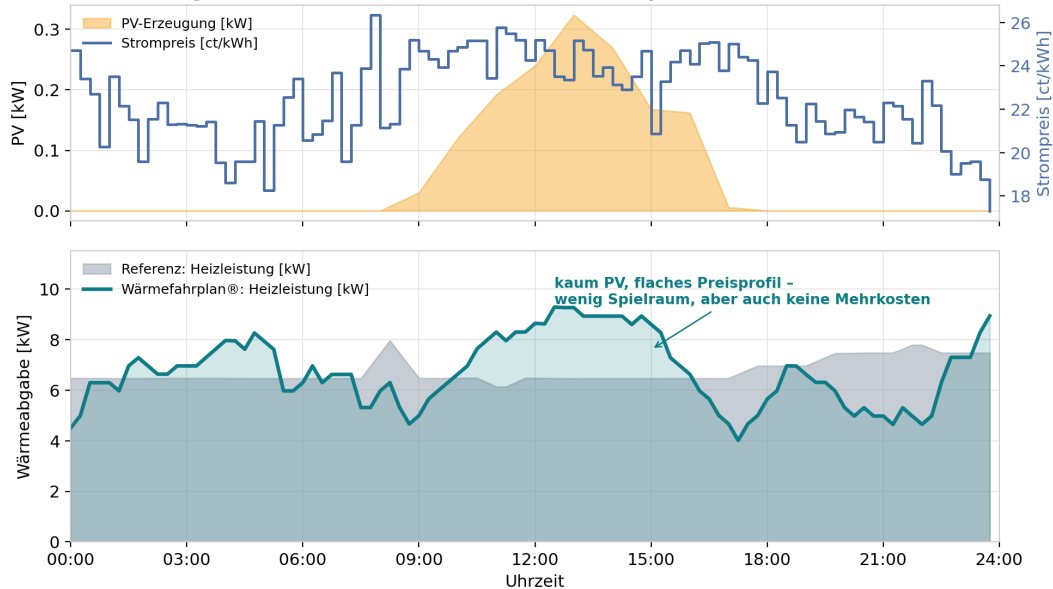


Abbildung 8: Kalter, trüber Wintertag (24. Dezember 2025): kaum PV, flaches Preisprofil – der Wärmefahrplan[®] arbeitet dann nahezu wie die Referenz, ohne Mehrkosten.

7.4 Systematik über das Jahr

Die Auswertung aller Heiztage nach Tagesmitteltemperatur bestätigt das Bild (Abbildung 9): Die größte Ersparnis je Tag entsteht bei milden Temperaturen zwischen 0 und 15 °C – also in der Übergangszeit, die in Mitteleuropa den Großteil der Heizsaison ausmacht. An den wenigen sehr kalten Tagen ist der Effekt klein, aber weiterhin positiv. Abbildung 10 zeigt die monatlichen Stromkosten, Abbildung 11 die Tageskosten aller 365 Tage: Die Kosten mit Wärmefahrplan[®] liegen an praktisch jedem Tag unter denen der Referenz – im Winter moderat, in der Übergangszeit häufig um mehr als die Hälfte.

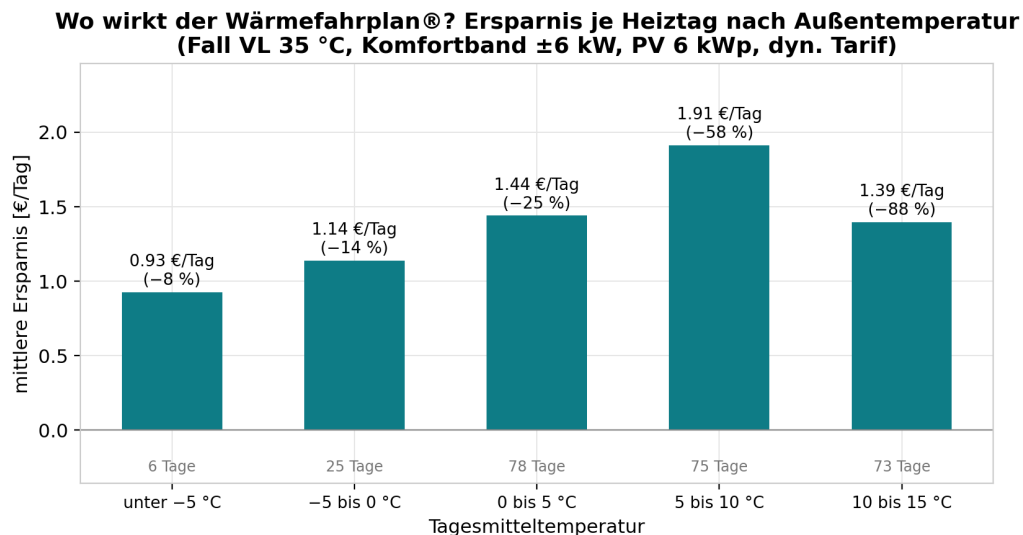


Abbildung 9: Mittlere Ersparnis je Heiztag nach Tagesmitteltemperatur (VL 35 °C, ±6 kW, PV 6 kWp, dyn. Tarif): Der Wärmefahrplan® wirkt am stärksten in der Übergangszeit.

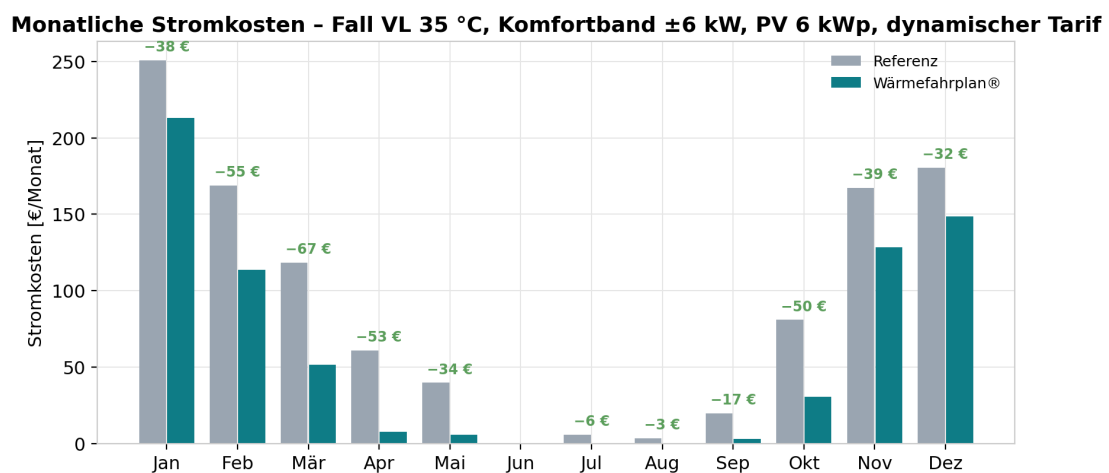


Abbildung 10: Monatliche Stromkosten im Jahresverlauf (VL 35 °C, ±6 kW, PV 6 kWp, dyn. Tarif): Ersparnis in jedem Heizmonat, am stärksten im Frühjahr und Herbst.



Abbildung 11: Tageskosten aller 365 Tage des Jahres 2025 – Referenz (grau) vs. Wärmefahrplan® (dunkel), Fall VL 35 °C, ±6 kW, PV 6 kWp, dyn. Tarif.

8 Die Vorteile im Überblick

- **5–37 % niedrigere Stromkosten** bei unverändertem Komfort und identischer Wärmemenge.
- **PV-Nutzungsgrad mehr als verdoppelt möglich:** 29–39 % statt 16–18 % des PV-Ertrags landen in der Wärmepumpe; bis zu 37 % weniger Netzbezug.
- **Höhere Arbeitszahl** durch Heizen bei höheren Außentemperaturen (COP bei Flächenheizung bis 5,63 statt 5,23).
- **20–45 % weniger vereisungskritische Volllaststunden** – weniger Abtauzyklen, geringerer Verschleiß, ruhigerer Betrieb.
- **Schnittstellenfrei:** kein HEMS, keine Smart-Meter- oder Wechselrichter-Anbindung, keine Konfiguration, keine Cloud-Abhängigkeit – und damit auch keine zusätzliche IT-Angriffsfläche im Heimnetz.
- **Netzdienlich:** Der Betrieb verlagert sich aus den morgendlichen und abendlichen Netzsitzen in die Mittagsstunden mit hoher Solarerzeugung – der Wärmefahrplan® entlastet das Stromnetz, statt es zu belasten.

9 Was bedeutet das für den Endkunden?

Für die Einordnung aus Sicht eines Anlagenbetreibers werden alle Varianten auf eine gemeinsame Ausgangslage bezogen: eine Wärmepumpe ohne PV-Anlage, mit Fixtarif und ohne Wärmefahrplan® – die heute verbreitete Standardsituation (1 396 €/a bei Flächenheizung, 1 736 €/a bei Radiatoren). Abbildung 12 zerlegt die Stromkosten der übrigen Varianten gegenüber dieser Referenz und trennt dabei, welcher Anteil der Ersparnis auf PV-Anlage bzw. dynamischen Tarif zurückgeht und welcher Anteil zusätzlich durch den Wärmefahrplan® entsteht. Drei Ergebnisse sind dabei hervorzuheben.

Woher kommt die Ersparnis? Zerlegung der Stromkosten gegenüber der Standardsituation (Balkenhöhe = Referenzkosten ohne PV, Fixtarif, ohne Wärmefahrplan®) - Kirchbichl 2025

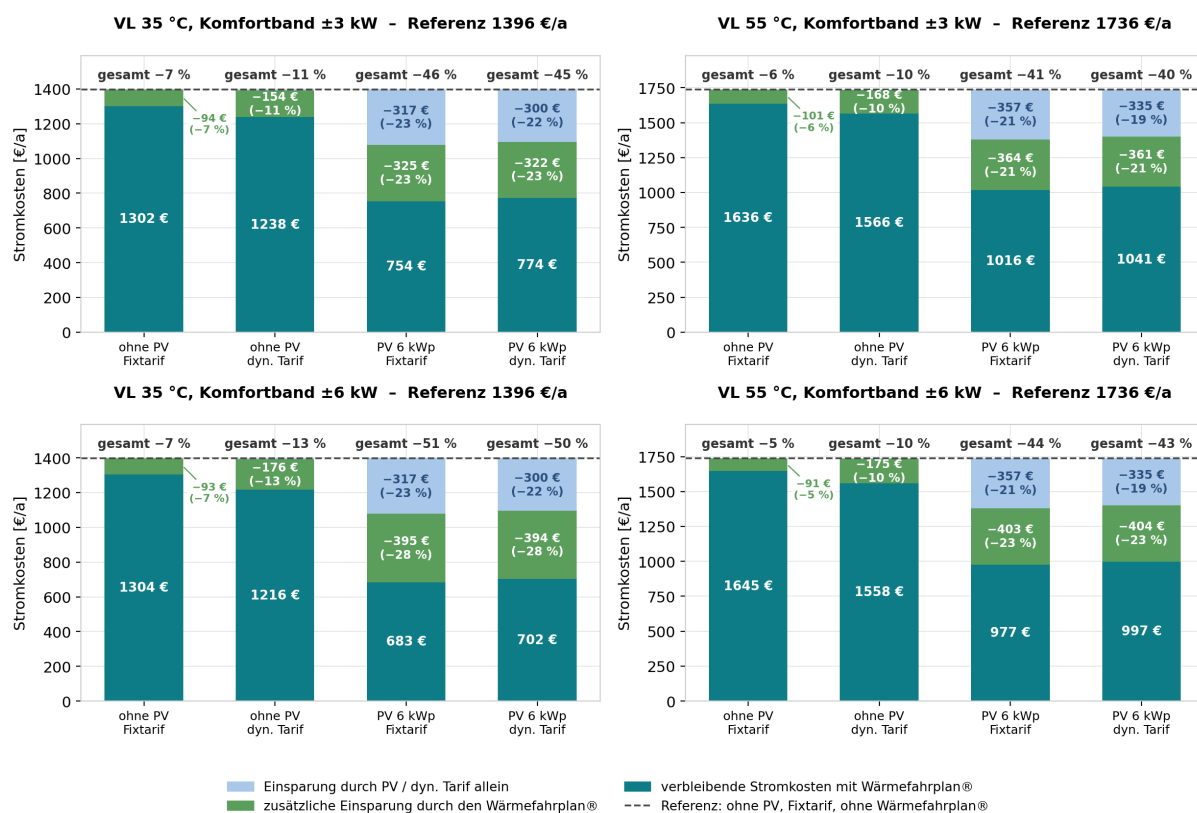


Abbildung 12: Woher kommt die Ersparnis? Zerlegung der Stromkosten gegenüber der Standardsituation (ohne PV, Fixtarif, ohne Wärmefahrplan®). Die Balkenhöhe entspricht in allen Fällen den Referenzkosten; hellblau der Anteil, den PV-Anlage bzw. dynamischer Tarif ohne Wärmefahrplan® einsparen, grün die zusätzliche Einsparung durch den Wärmefahrplan®, dunkel die verbleibenden Stromkosten.

Erstens erzielt der Wärmefahrplan® auch ohne PV-Anlage und ohne dynamischen Tarif eine spürbare Ersparnis von 91 bis 101 € pro Jahr (5,3 bis 6,8%), die allein aus dem Betrieb in effizienteren Stunden stammt.

Zweitens lohnt sich ein dynamischer Stromtarif praktisch nur zusammen mit dem Wärmefahrplan®: Ohne ihn bringt der Tarifwechsel im simulierten Jahr lediglich 3 bis 4 € pro Jahr; mit eingeschaltetem Wärmefahrplan® zeigt sich hingegen eine deutliche Kostenreduktion von rund 10 bis 13 % gegenüber der Standardsituation.

Drittens wird eine vorhandene PV-Anlage durch den Wärmefahrplan® deutlich besser ausgenutzt: In allen Szenarien mit PV-Anlage hat sich die Einsparung gegenüber der Standardsituation mehr als verdoppelt (Faktor 2,0 bis 2,3), der in der Wärmepumpe genutzte PV-Strom nimmt um 75 bis 111 % zu.

In der Summe liegen die Stromkosten mit Wärmefahrplan® und PV-Anlage 40 bis 51 % unter der Standardsituation; die spezifischen Wärmekosten betragen dann bei Flächenheizung 2,3 bis 2,6 Cent pro Kilowattstunde Wärme. Alle Ergebnisse wurden in der Simulation ohne Zutun des Nutzers erreicht: Es waren weder Zusatzgeräte noch Konfigurationen oder Schnittstellen erforderlich, und die gelieferte Wärmemenge blieb in beiden Betriebsweisen gleich.

10 Fazit

Die Jahresrechnung mit realen Daten des Jahres 2025 zeigt: Der Wärmefahrplan[®] senkt die Heizstromkosten in jeder untersuchten Konfiguration – von 5 % im konservativsten bis 37 % im besten Fall. Er macht PV-Anlagen deutlich kosteneffizienter, erhöht die Effizienz der Wärmepumpe durch Heizen bei höheren Außentemperaturen, reduziert den Betrieb unter Vereisungsbedingungen und entlastet das Stromnetz. Der Großteil des Nutzens wird bereits mit dem engen Komfortband erreicht. Da der Wärmefahrplan[®] ohne Schnittstellen, Zusatzhardware und Konfiguration auskommt, steht dieser Nutzen jedem Anlagenbetreiber offen – unabhängig von Tarif, PV-Anlage oder Smart-Home-Ausstattung.

Methodische Hinweise: Alle Ergebnisse beruhen auf einer 15-min-Jahresrechnung (365 Tage) mit einem digitalen Zwillings einer LAMBDA EU13L, historischen Wetterdaten des Standorts Kirchbichl und österreichischen Spotpreisen des Jahres 2025 (Gebäude: Norm-Heizlast 10 kW bei -12°C). Beide Betriebsweisen liefern dieselbe Wärmemenge. Einspeiseerlöse für PV-Überschüsse sind nicht bewertet. Ergebnisse für andere Standorte, Gebäude und Jahre können abweichen. Wärmefahrplan[®] ist eine eingetragene Marke der LAMBDA Wärmepumpen GmbH.