

Gas, Wärmepumpe, Photovoltaik, Holz

Wie gelingt eine günstige, zuverlässige und umweltfreundliche Energieversorgung von Gebäuden?

E-Autos und Verbrenner: Was ist günstiger?

Kauf, Strom, Versicherung, Restwert

Mömlingen | 11. Juni 2026

[Dr.-Ing. Simon Herzog](#) 

simon.herzog@tum.de

Gas, Wärmepumpe, Photovoltaik, Holz

Wie gelingt eine günstige, zuverlässige und umweltfreundliche Energieversorgung von Gebäuden?

E-Autos und Verbrenner: Was ist günstiger?

Kauf, Strom, Versicherung, Restwert

Mömlingen | 11. Juni 2026

[Dr.-Ing. Simon Herzog](#) 

simon.herzog@tum.de

Auf diese Fragen gibt es Antworten

Gas, Wärmepumpen, Photovoltaik, Holz

- Gesamtkosten verschiedener Heizungen
- Förderung
- Deckung Erzeugung und Bedarf

Gebäudeenergiegesetz → Gebäudemodernisierunggesetz

Voraussichtlich ab Juli 2026 gültig

	Aktuell	Geplant ab Juli 2026
65%-EE-Pflicht	Pflicht bei Einbau (sofern Wärmeplan vorliegt); Fokus auf Erneuerbare.	Fällt weg. Eigentümer entscheiden wieder frei über das Heizsystem.
Gas- und Ölheizung	Nur mit 65% EE-Anteil erlaubt; Ausnahmen bis Wärmeplan steht.	Wieder erlaubt. Einbau ohne EE-Kopplung möglich, aber Biopflicht folgt.
Biotreppe	Keine festen Beimischquoten für den Betrieb fossiler Kessel im Gesetz.	Ab 2029 Pflicht: 10% Biogas/Bioöl; Quote steigt bis 2040 schrittweise an.
Austauschpflicht	Kessel müssen nach 30 Jahren ausgetauscht werden.	Soll entfallen. Die starre 30-Jahre-Regel wird laut Entwurf gestrichen.
Förderung	Bis 70% Zuschuss (Grund- + Klima- + Einkommensbonus).	Bleibt stabil. Förderung bis 2029 gesichert. Weiterhin nur EE-Systeme.

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) regelt energetische Anforderungen bei Gebäuden. Das neue Gesetz soll technologieoffener, flexibler und einfacher sein.

Quelle: <https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/Dossier/geg.html>

Annahmen für alle Heizobjekte der kommende Folien

Einfamilienhaus 150 m², Verbrauch 70 kWh pro m² und Jahr, gut 10.000 kWh pro Jahr



- Einfamilienhaus mit 150 m² beheizter Fläche.
- Verbrauch 70 kWh pro m² und Jahr: Relativ gute Fenster und Isolierung, aber kein Passivhaus, Passivhaus bei 20 kWh pro m² und Jahr.
- Energieverbrauch für Heiz- und Brauchwasser gut 10.000 kWh pro Jahr: Entspricht etwa 1.000 Liter Heizöl oder 1.000 m³ Erdgas.

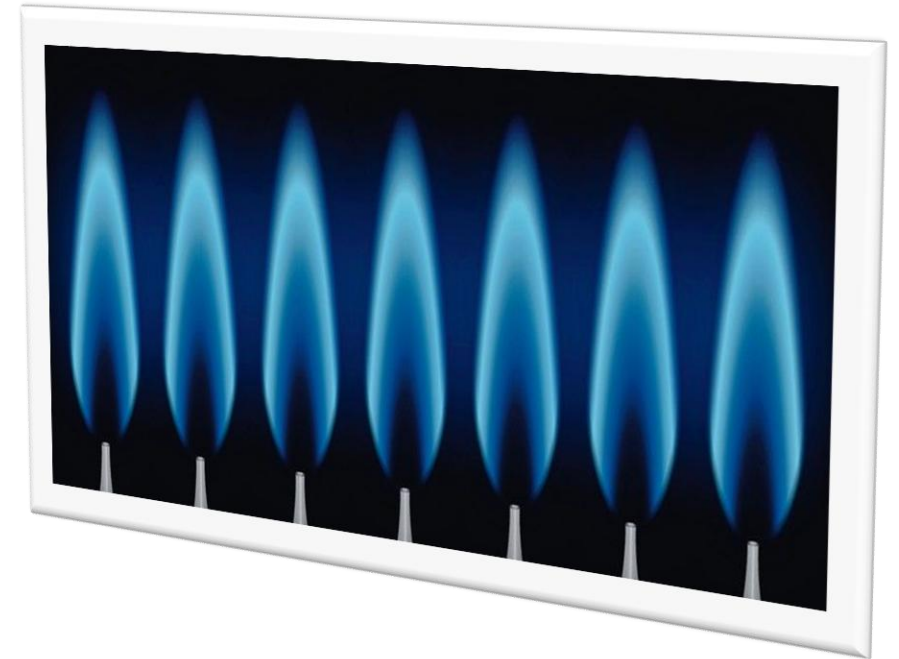
Gasheizung

Einfamilienhaus 150 m², Verbrauch 70 kWh pro m² und Jahr, gut 10.000 kWh pro Jahr

- Anschaffungskosten: 10.000-13.000 € (inkl. Brennwertkessel, Installation)
- Betriebskosten 1.300-1.700 € p.a., davon ≈1.200 € für Gas zu 0,10 €/kWh, Wartung und Strom 150-200 €
- Wirkungsgrad 94-98 %
- Förderung keine für Erdgas, aber für H₂ oder Biogas

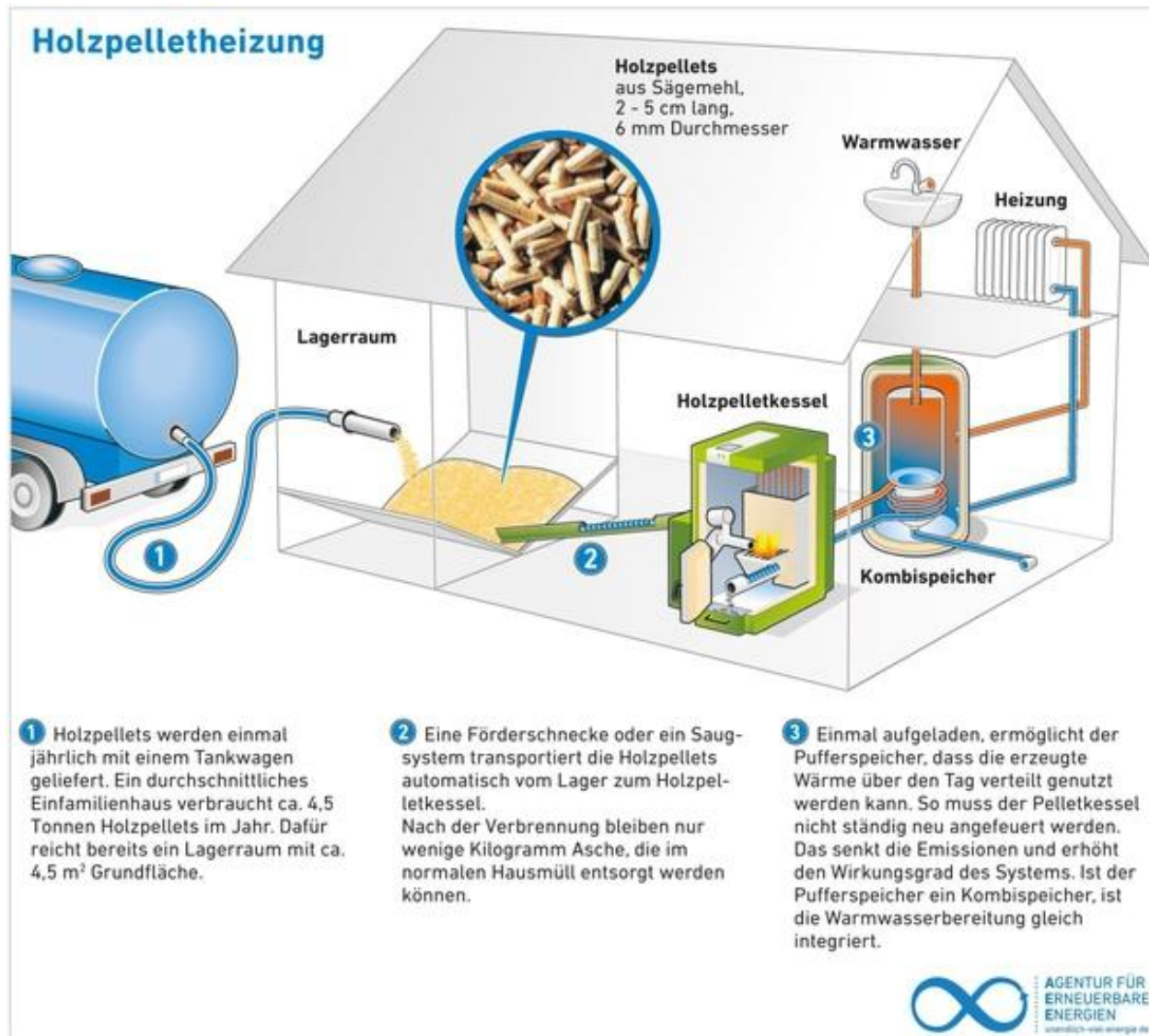
Vorteile: Geringe Investition, wenig Platzbedarf, relativ sauber, läuft selbstständig

Nachteile: Relativ hohe, wahrscheinlich steigende Betriebskosten wegen steigender Gaspreise



Pelletheizung

Schema



<https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/wie-funktioniert-eine-holzpellettheizung>

Pelletheizung

Gewebesilo bzw. Sacksilo neben Heizung



<https://www.oekofen.com/de-de/flexilo-gewebetank/>

Pelletheizung

Einfamilienhaus 150 m², Verbrauch 70 kWh pro m² und Jahr, gut 10.000 kWh pro Jahr

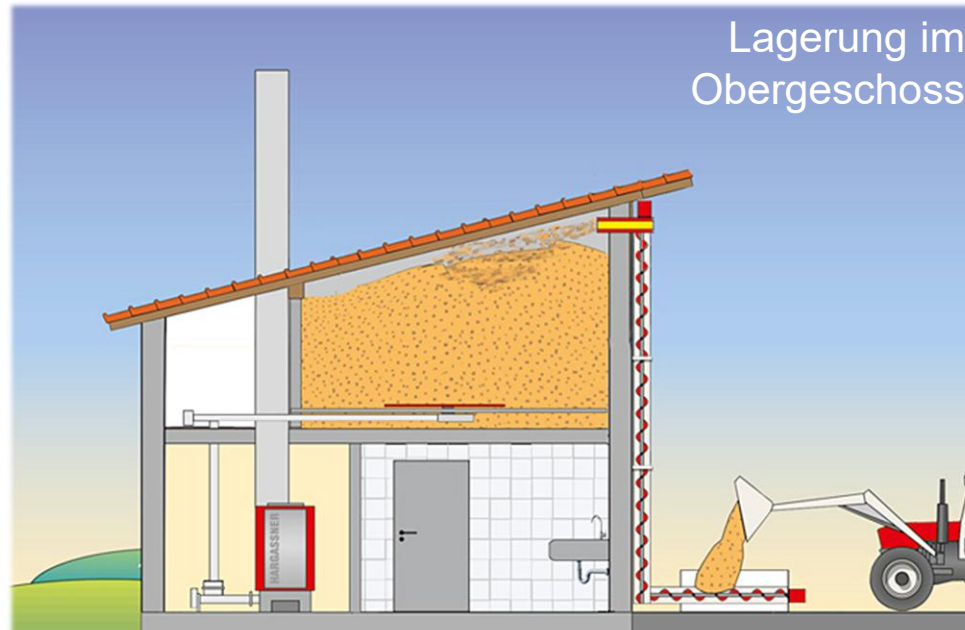
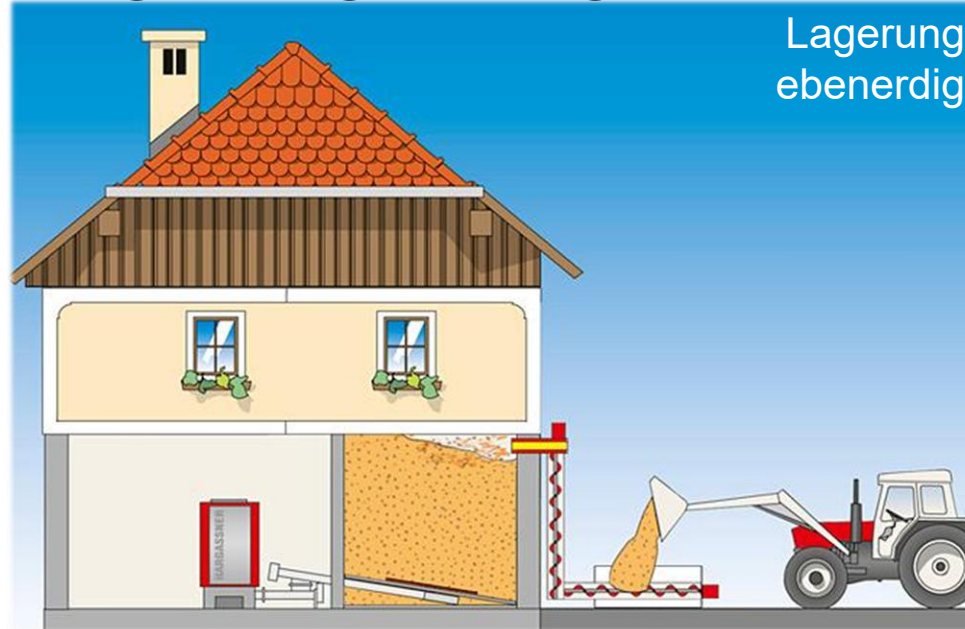
- Anschaffungskosten: 18.000-25.000 € (inkl. Kessel, Pufferspeicher, Pelletsilo, Fördertechnik)
- Betriebskosten 900-1.300 € p.a., davon gut 700 € für Pellets zu 0,07 € kWh, um 300 € für Wartung, Strom
- Wirkungsgrad 85-95 %
- Förderung 30-70 % auf Anschaffungskosten

Vorteile: Moderate Investitions- und Brennstoffkosten, läuft weitgehend selbstständig

Nachteile: Platzbedarf für Pelletsilo, ca. 4 m³ pro Jahr bzw. 2,5 Tonnen, halbe Energiedichte von Heizöl



Hackschnitzelheizung: Lagerung und Befüllung



Hoher Platzbedarf für Hackschnitzelbunker und Fördertechnik: Sinnvolle Lösung eher für **größere Gebäude**, z.B. Mehrfamilienhäuser, Schule, Gewerbe, etc.

Hackschnitzelheizung

Einfamilienhaus 150 m², Verbrauch 70 kWh pro m² und Jahr, gut 10.000 kWh pro Jahr

- Anschaffungskosten: 20.000-30.000 € (inkl. Kessel, Pufferspeicher, Hackschnitzelbunker, Fördertechnik)
- Betriebskosten 500-700 € p.a., davon ≈400 € für Hackschnitzel zu 0,04 € kWh, um 300 € für Wartung, Strom
- Wirkungsgrad 80-90 %
- Förderung 30-70 % auf Anschaffungskosten

Vorteile: Geringe Brennstoffkosten, regionale Versorgung möglich, läuft weitgehend selbstständig

Nachteile: Hohe Investitionskosten, über 8 m³ Platzbedarf für Hackschnitzelbunker, 5 Tonnen p.a., etwa halbe Energiedichte von Pellets, Hackschnitzel **eher sinnvoll für größere Gebäude**



Scheitholzheizung

Einfamilienhaus 150 m², Verbrauch 70 kWh pro m² und Jahr, gut 10.000 kWh pro Jahr

- Anschaffungskosten: 15.000-20.000 € (inkl. Kessel, großer Pufferspeicher)
- Betriebskosten gut 1.200 € p.a., davon um 1.000 € für Holz zu 0,09 € kWh, um 300 € für Wartung, Strom
- Wirkungsgrad 80-90 %
- Förderung 30-70 % auf Anschaffungskosten

Vorteile: Moderate Brennstoffkosten, eigene und regionale Versorgung möglich, kein Kaufpreis bei eigenem Holz

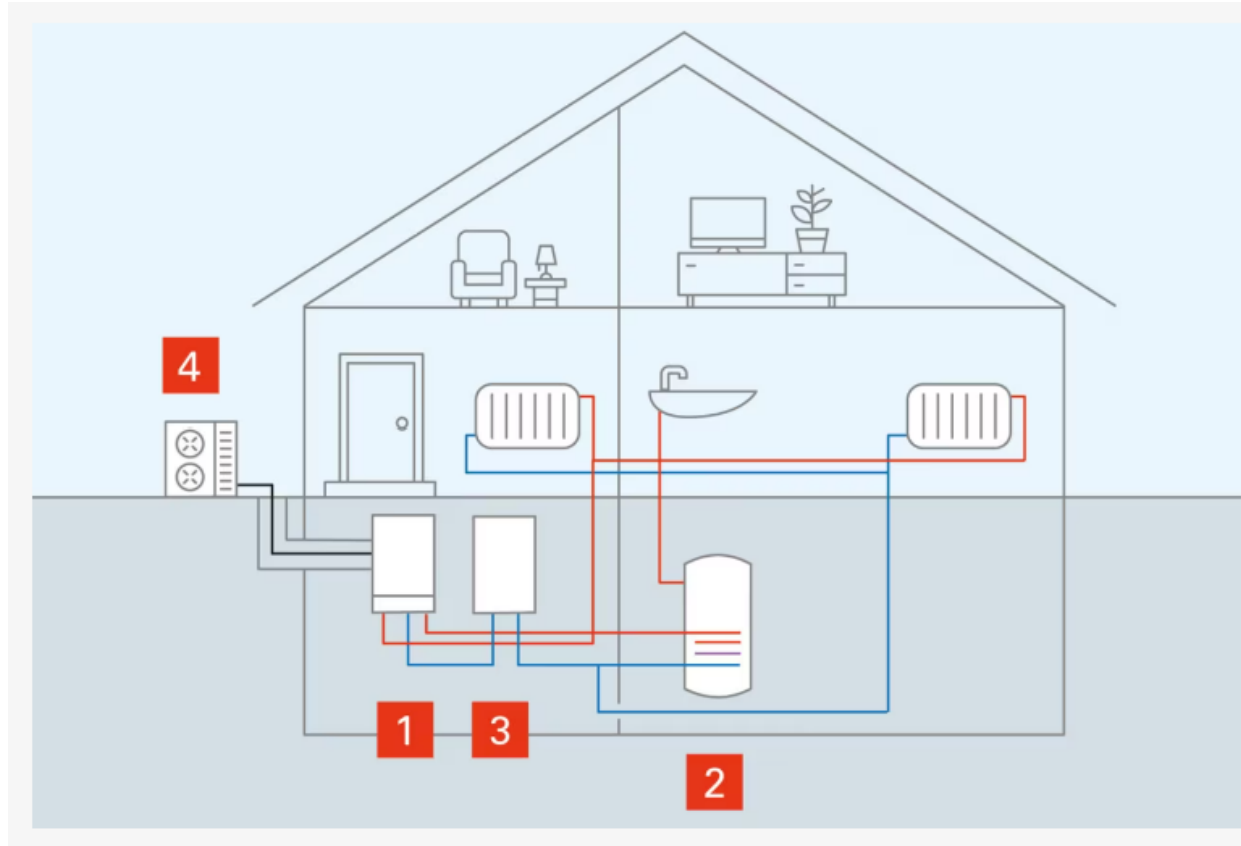
Nachteile: Arbeitsaufwand für Nachschüren und Holzbeschaffung, kein vollautomatischer Betrieb, Emissionen, 8-10 m³ Platzbedarf für 6-7 Raummeter Holz pro Jahr



<https://www.tfz.bayern.de/festbrennstoffe/energetischenutzung/035134/index.php>

Wärmepumpe (Luft-Wasser)

Schema



(4)
Außeneinheit



- (1) Luft-Wasser-Wärmepumpe
- (2) Speicher und Wärmeübertrager
- (3) Pufferspeicher
- (4) Außeneinheit

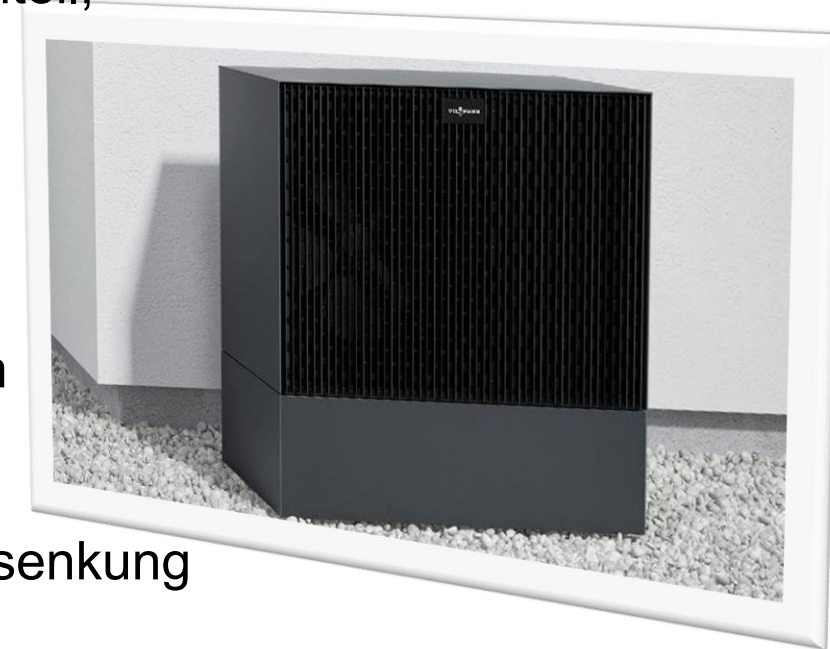
Wärmepumpe (Luft-Wasser)

Einfamilienhaus 150 m², Verbrauch 70 kWh pro m² und Jahr, gut 10.000 kWh pro Jahr

- Anschaffungskosten: 20.000-25.000 € (inkl. Innen- und Außenteil, Pufferspeicher)
- Betriebskosten 900-1.100 € p.a., davon 800 € für Strom zu 0,27 €/kWh, 100-300 € für Wartung
- Jahresarbeitszahl 3-5, also 3-5 kWh Wärme aus 1 kWh Strom
- Förderung 30-70 % auf Anschaffungskosten

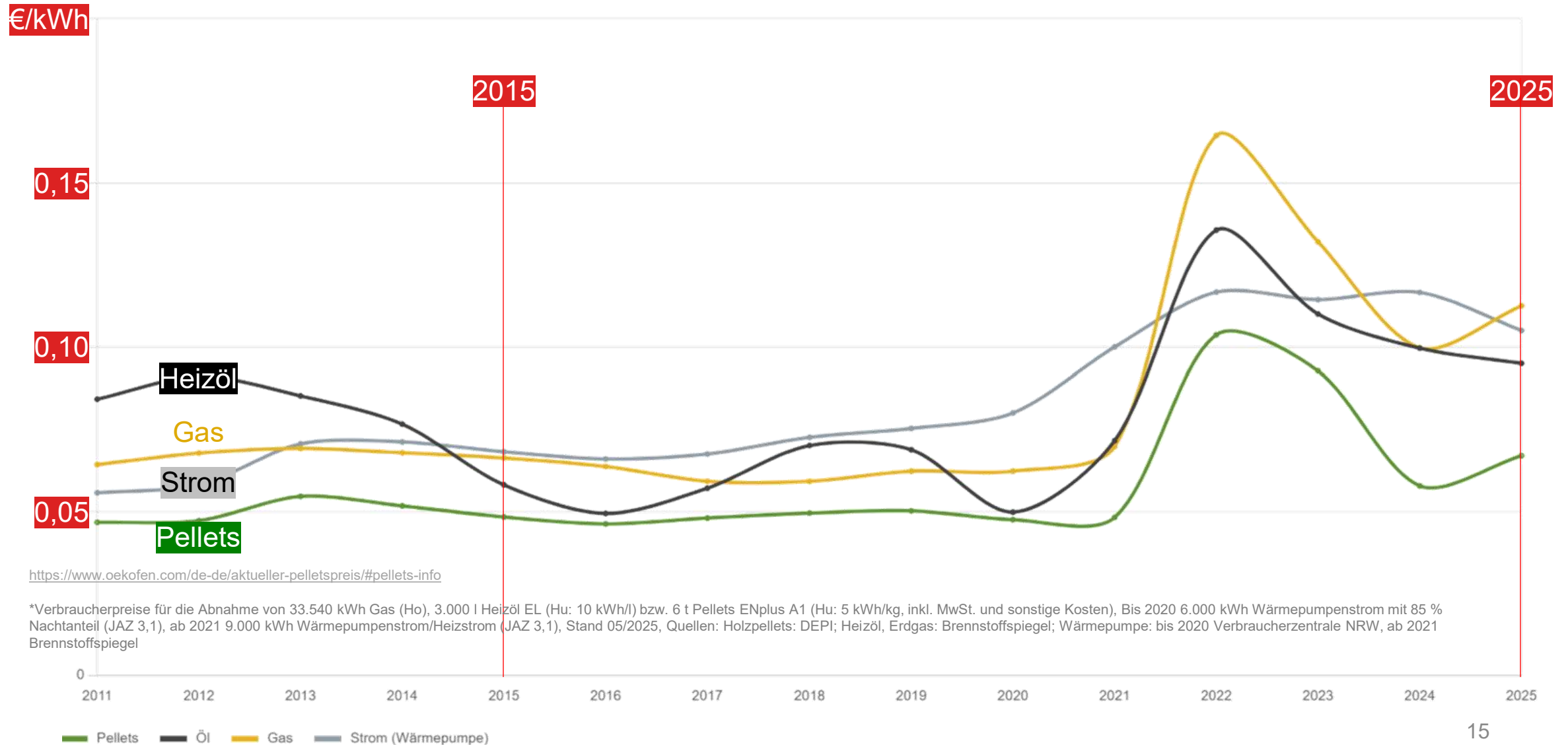
Vorteile: Niedrige bis moderate Betriebskosten, Stromkostensenkung durch PV-Anlage möglich, keine Abgase, läuft selbstständig

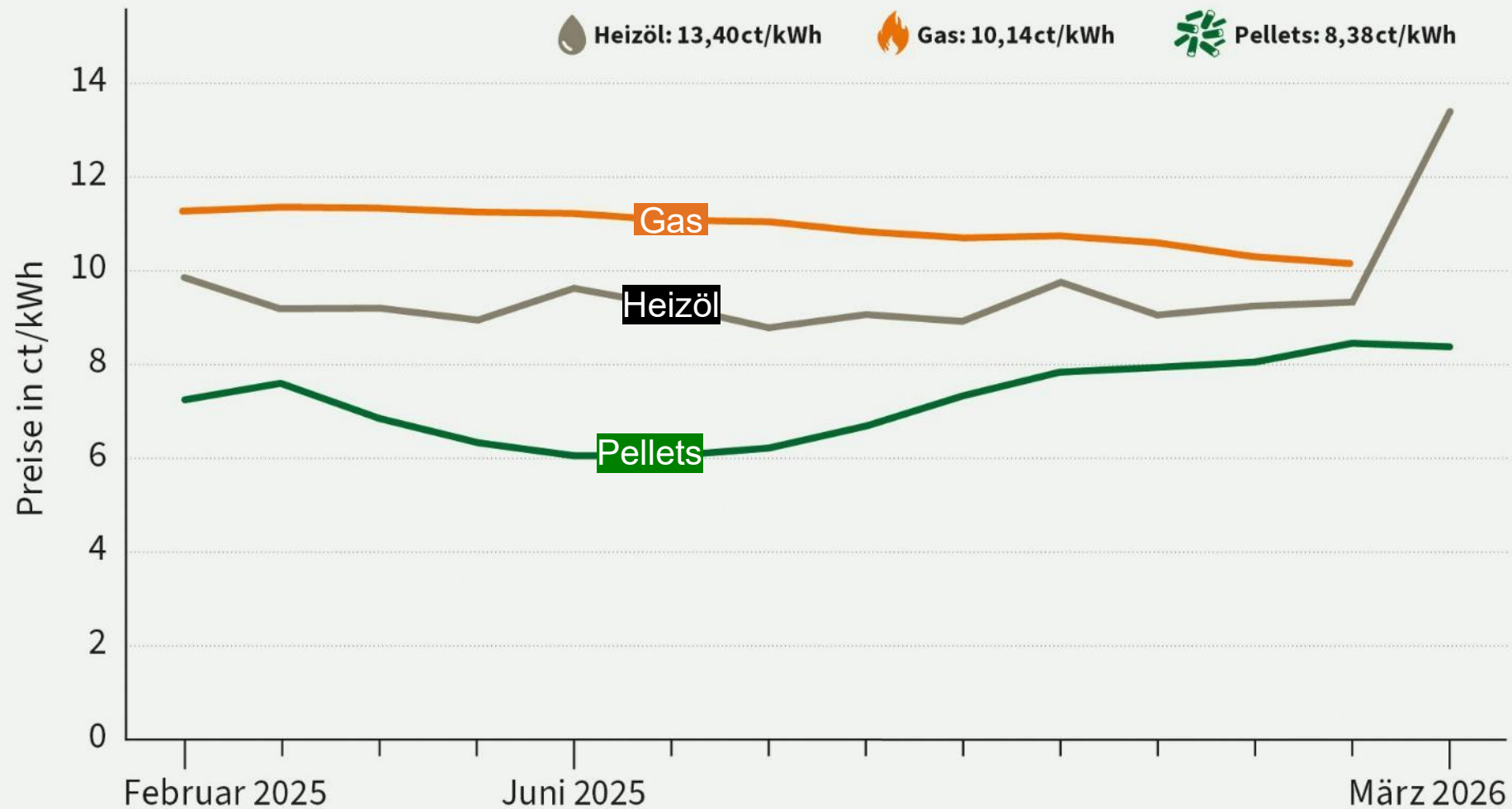
Nachteile: Hohe Investitionskosten, hohe Jahresarbeitszahl nur bei niedriger Vorlauftemperatur, ggf. zusätzliche Kosten durch Austausch der Heizkörper, Platzbedarf im Freien für Außenteil



Preisentwicklung Pellets im Vergleich

Hinweis: Bei Strom ist bereits Arbeitszahl der Wärmepumpe von 3,1 berücksichtigt.





Brennstoffkosten in Deutschland

Basis: Verbraucherpreise für die Abnahme von 33.540 kWh Gas (Hs), 3.000 l Heizöl EL (Hi: 10 kWh/l) bzw. 6 t Pellets ENplus A1 (Hi: 5 kWh/kg, inkl. MwSt. und sonstige Kosten).

Quellen: DEPI, FUELS|LUBES|ENERGY (Heizöl- und Erdgaspreise), esyoil (Heizölpreise)

© Deutsches Pelletinstitut GmbH, Stand März 2026



Preisentwicklung: Rückschau und Ausblick

Energieträger	März 2016 Cent/kWh	März 2026 Cent/kWh	Anstieg 2016-2026	Mittlere Steigerung pro Jahr
Erdgas	6,5	11,8	~ 81 %	~ 6 %
Heizöl	4,5	15,5	~ 240 %	~ 13 %
Haushaltsstrom	29,8	37,0	~ 24 %	~ 2 %
Wärmepumpenstrom	22,0	24,5	~ 11 %	~ 1 %
Pellets	4,8	8,1	~ 68 %	~ 5 %
Hackschnitzel	3,3	5,5	~ 66 %	~ 5 %

Zukunft:

- Erdgas wird teurer (CO₂-Preis, Importpreise), verliert Relevanz.
- Strompreis bleibt hoch, Fokus auf Ökostrom.
- Pellets und Hackschnitzel stabil, aber begrenztes Potenzial. **Regionales Holz reicht nicht, dass ganze Großstadregionen damit heizen können.**
- Wärmepumpen (mit PV) könnten langfristig dominieren und fossile Brennstoffe verdrängen.

Förderung von Heizungen ...

für Privatpersonen mit selbstgenutzter Immobilie

Einzelmaßnahmen	Grundförderung	Effizienzbonus	Bonus für neue Heizung vor 2029	Einkommensbonus
Solarthermische Anlage	30%		20%	30%
Biomasseheizung	30%		20%	30%
Wärmepumpe	30%	5%	20%	30%
Brennstoffzellenheizung	30%		20%	30%
Wasserstofffähige Heizung (Investitionsmehrkosten)	30%		20%	30%
Innovative Heizungstechnik	30%		20%	30%
Gebäudenetzanschluss	30%		20%	30%
Wärmenetzanschluss	30%		20%	30%

Hinweis: Förderung max. 70% auf Investitionssumme von 30.000 €, also 21.000 € Förderung, KfW-Kredite 0,01-1,76%

[https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Heizungsf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-Privatpersonen-Wohngeb%C3%A4ude-\(458\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Heizungsf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-Privatpersonen-Wohngeb%C3%A4ude-(458)/)
<https://www.adac.de/rund-ums-haus/energie/spartipps/foerderung-heizung/>

Förderung von Heizungen ...

für Privatpersonen mit selbstgenutzter Immobilie

Einzelmaßnahmen	Grundförderung	Effizienzbonus	Bonus für neue Heizung vor 2029	Einkommensbonus
Solarthermische Anlage	30%		20%	30%
Biomasseheizung	30%		20%	30%
Wärmepumpe	30%	5%	20%	30%
Brennstoffzellenheizung	30%		20%	30%
Wasserstofffähige Heizung (Investitionsmehrkosten)	30%		20%	30%
Innovative Heizungstechnik	30%		20%	30%
Gebäudenetzanschluss	30%		20%	30%
Wärmenetzanschluss	30%		20%	30%

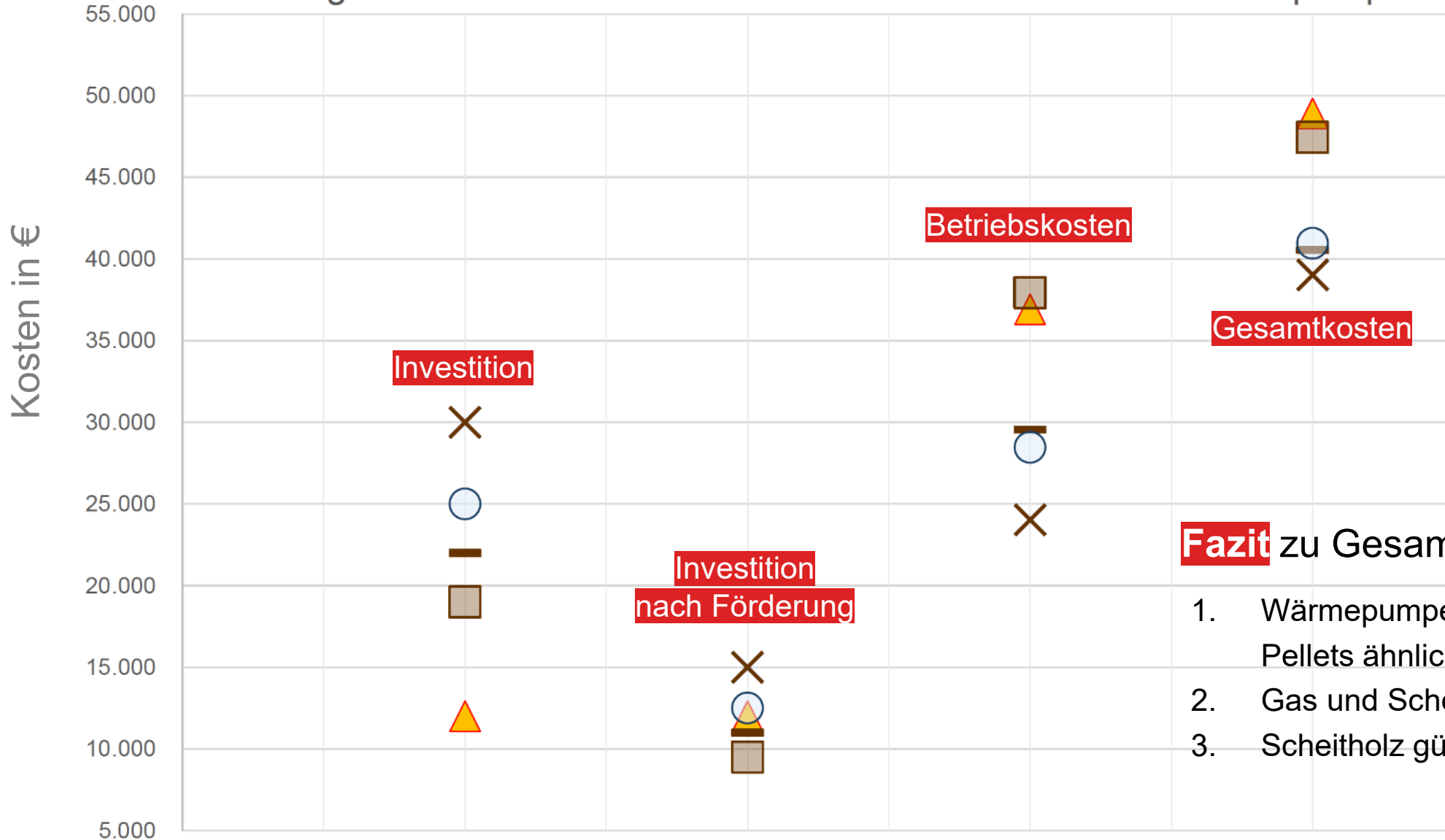
Hinweis: Förderung max. 70% auf Investitionssumme von 30.000 €, also 21.000 € Förderung, **KfW-Kredite 0,01-1,76%**

[https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Heizungsf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-Privatpersonen-Wohngeb%C3%A4ude-\(458\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Heizungsf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-Privatpersonen-Wohngeb%C3%A4ude-(458)/)
<https://www.adac.de/rund-ums-haus/energie/spartipps/foerderung-heizung/>

Vergleich der Gesamtkosten auf 20 Jahre Annahme: 3% Preissteigerung p.a.

Einfamilienhaus 150 m², Verbrauch 70 kWh pro m² und Jahr, gut 10.000 kWh pro Jahr

▲ Erdgas — Pellets ✕ Hackschitzel ◻ Scheitholz ○ Wärmepumpe

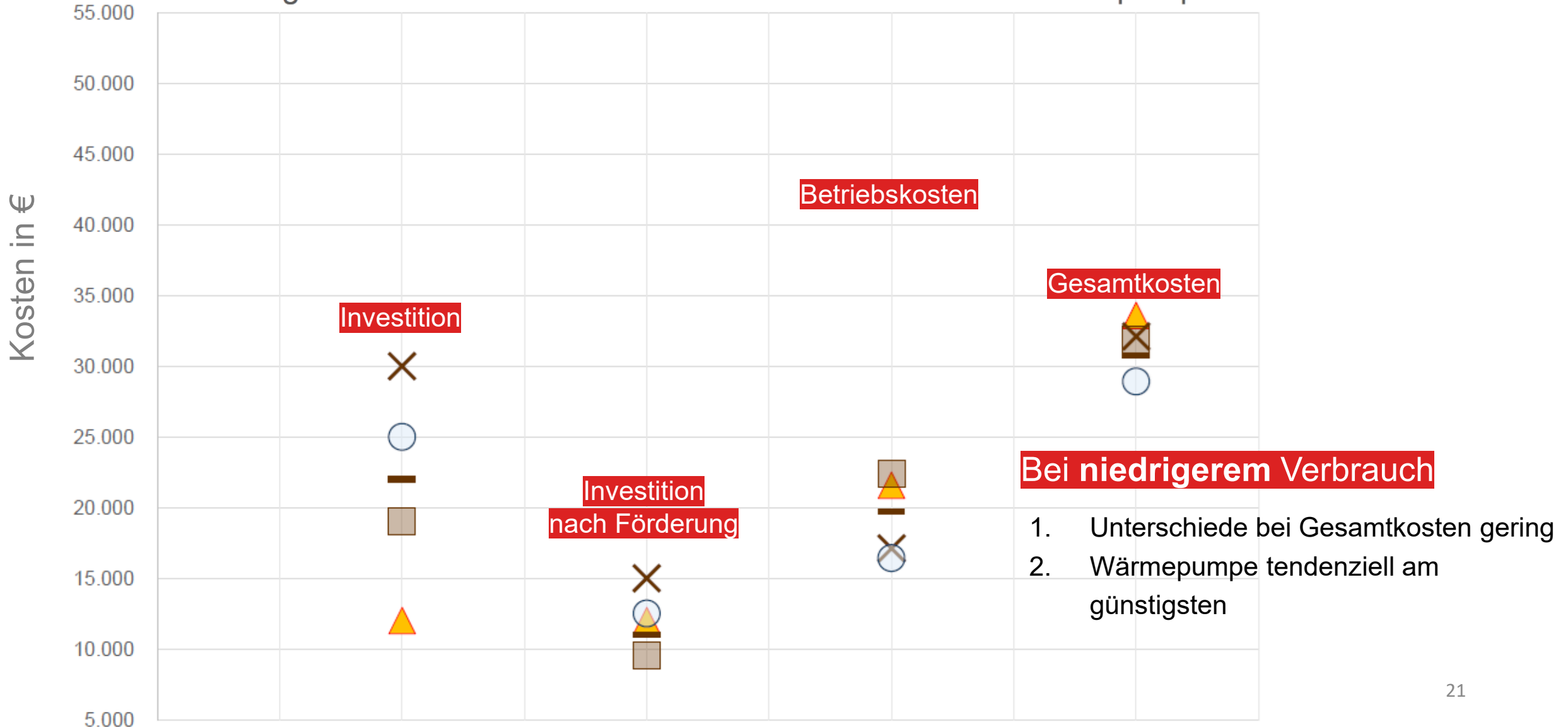


Vergleich der Gesamtkosten auf 20 Jahre

Annahme: 3% Preissteigerung p.a.

Einfamilienhaus 150 m², Verbrauch 35 kWh pro m² und Jahr, gut 5.000 kWh pro Jahr

▲ Erdgas — Pellets × Hackschitzel ■ Scheitholz ○ Wärmepumpe

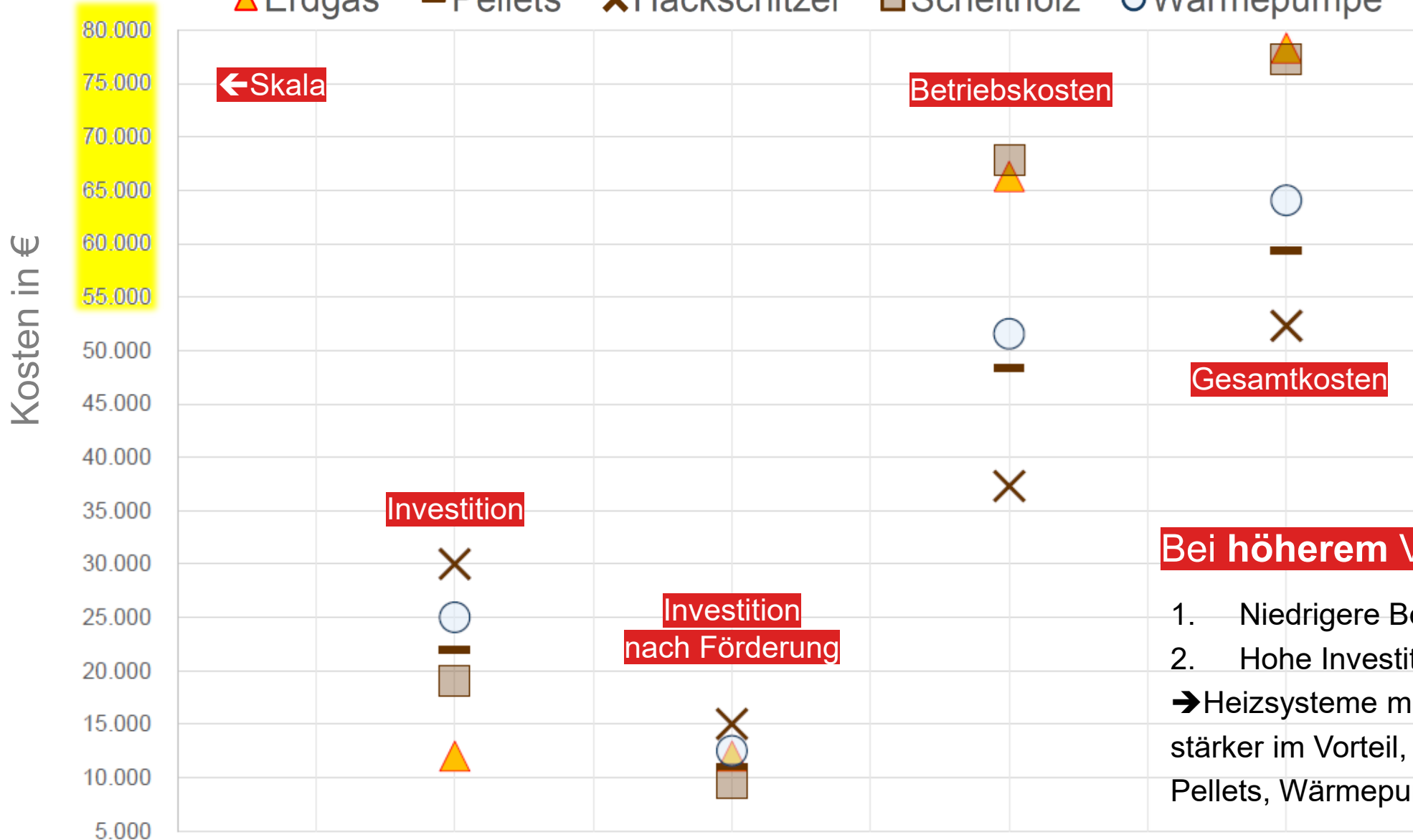


Vergleich der Gesamtkosten auf 20 Jahre

Annahme: 3% Preissteigerung p.a.

Einfamilienhaus 150 m², Verbrauch 140 kWh pro m² und Jahr, 21.000 kWh pro Jahr

▲ Erdgas — Pellets × Hackschnitzel ■ Scheitholz ○ Wärmepumpe



1. Niedrigere Betriebskosten wichtiger
 2. Hohe Investitionskosten **unwichtiger**
- ➔ Heizsysteme mit geringen Betriebskosten stärker im Vorteil, z.B. Hackschnitzel, Pellets, Wärmepumpe

Was kostet eine kWh Wärme mit ...

für Privatkunden, Einfamilienhaus

Erdgaspreise für Privatkunden

Übersicht der Preise bis 31.12.2025 und Preise ab 01.01.2026

		Preise bis 31.12.2025		Preise ab 01.01.2026	
		Netto	Brutto	Netto	Brutto
ERDGAS SMART					
bis ca. 5.000 kWh/Jahr					
Energiepreis	ct/kWh	10,06	11,97	10,46	12,45
Grundpreis	Euro/Jahr	55,30	65,81	55,30	65,81
ab ca. 5.000 kWh/Jahr					
Energiepreis	ct/kWh	7,97	9,48	8,37	9,96
Grundpreis	Euro/Jahr	159,80	190,16	159,80	190,16
ab ca. 50.000 kWh/Jahr					
Energiepreis	ct/kWh	7,89	9,39	8,29	9,87
Grundpreis	Euro/Jahr	199,80	237,76	199,80	237,76

Gasheizung

Wärmepreis ≈ Gaspreis

= **9,96 Cent/kWh**

Wärmepumpe

Wärmepreis ≈ $\frac{\text{Strompreis}}{\text{Arbeitszahl}}$

= $\frac{29,73 \text{ Cent/kWh}}{3,27}$ = **9,09 Cent/kWh**

Strompreise für Privatkunden

Übersicht der Preise bis 31.12.2025 und Preise ab 01.01.2026

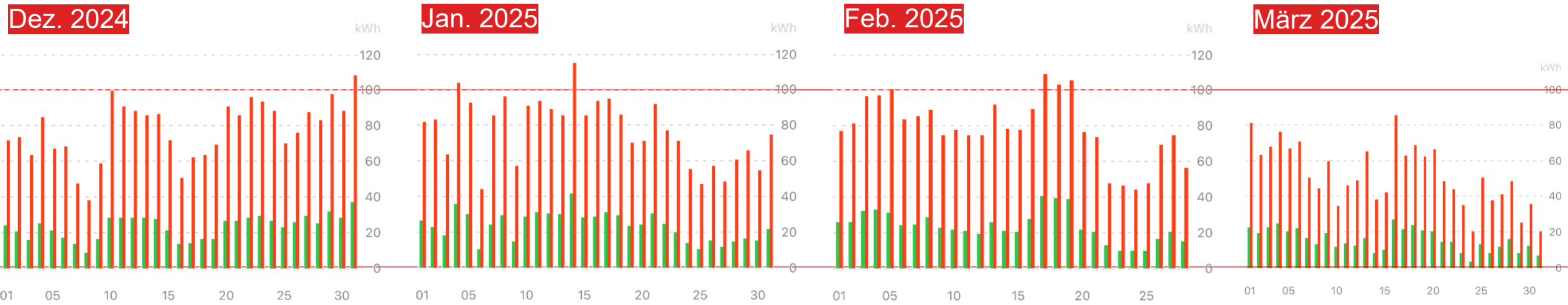
		Preise bis 31.12.2025		Preise ab 01.01.2026	
		Netto	Brutto	Netto	Brutto
STROM SMART					
bis ca. 1.400 kWh/Jahr					
Energiepreis	ct/kWh	27,09	32,24	26,96	32,08
Grundpreis	Euro/Monat	10,25	12,20	11,92	14,18
ab ca. 1.400 kWh/Jahr					
Energiepreis	ct/kWh	25,11	29,88	24,98	29,73
Grundpreis	Euro/Monat	12,58	14,97	14,25	16,96
STROM WÄRME direkt					
Doppeltarif					
Energiepreis HT	ct/kWh	27,07	32,21	22,47	26,74
Energiepreis NT	ct/kWh	24,52	29,18	19,92	23,70
Grundpreis	Euro/Monat	7,02	8,35	8,69	10,34
Eintarif					
Energiepreis	ct/kWh	25,80	30,70	21,20	25,23
Grundpreis	Euro/Monat	6,90	8,21	8,47	10,08

„Normaltarif“

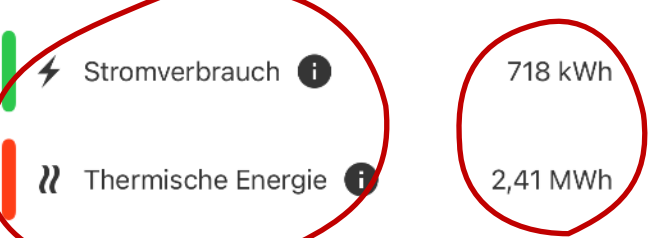
„Wärmepumpentarif“

Wärmepumpe für reales Wohnhaus

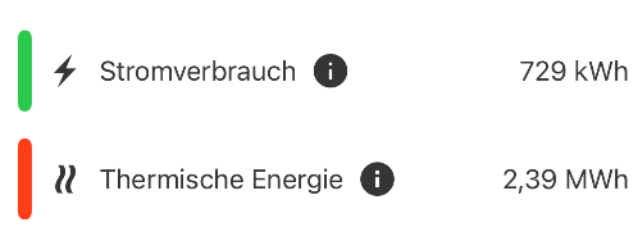
Baujahr 1978, saniert auf Wärmeverbrauch von ca. 70 kWh pro m² und Jahr, knapp 150 m²
 Standort Nürnberg-Süd



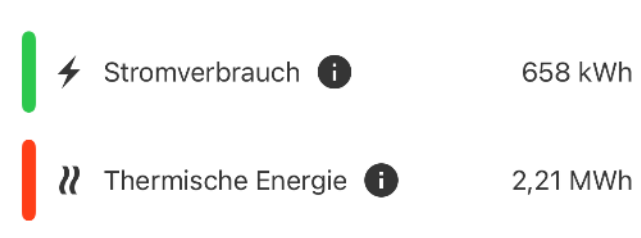
1.–31. Dezember 2024



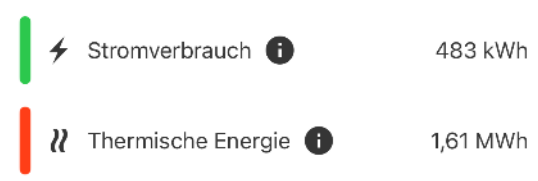
1.–31. Januar 2025



1.–28. Februar 2025



1.–31. März 2025



$$\text{Arbeitszahl} = \frac{\text{Heizwärme}}{\text{Stromverbrauch}} = \frac{2.410 \text{ kWh}}{718 \text{ kWh}} = 3,36$$

$$\dots = \frac{2.390 \text{ kWh}}{729 \text{ kWh}} = 3,27$$

$$\dots = \frac{2.210 \text{ kWh}}{658 \text{ kWh}} = 3,36$$

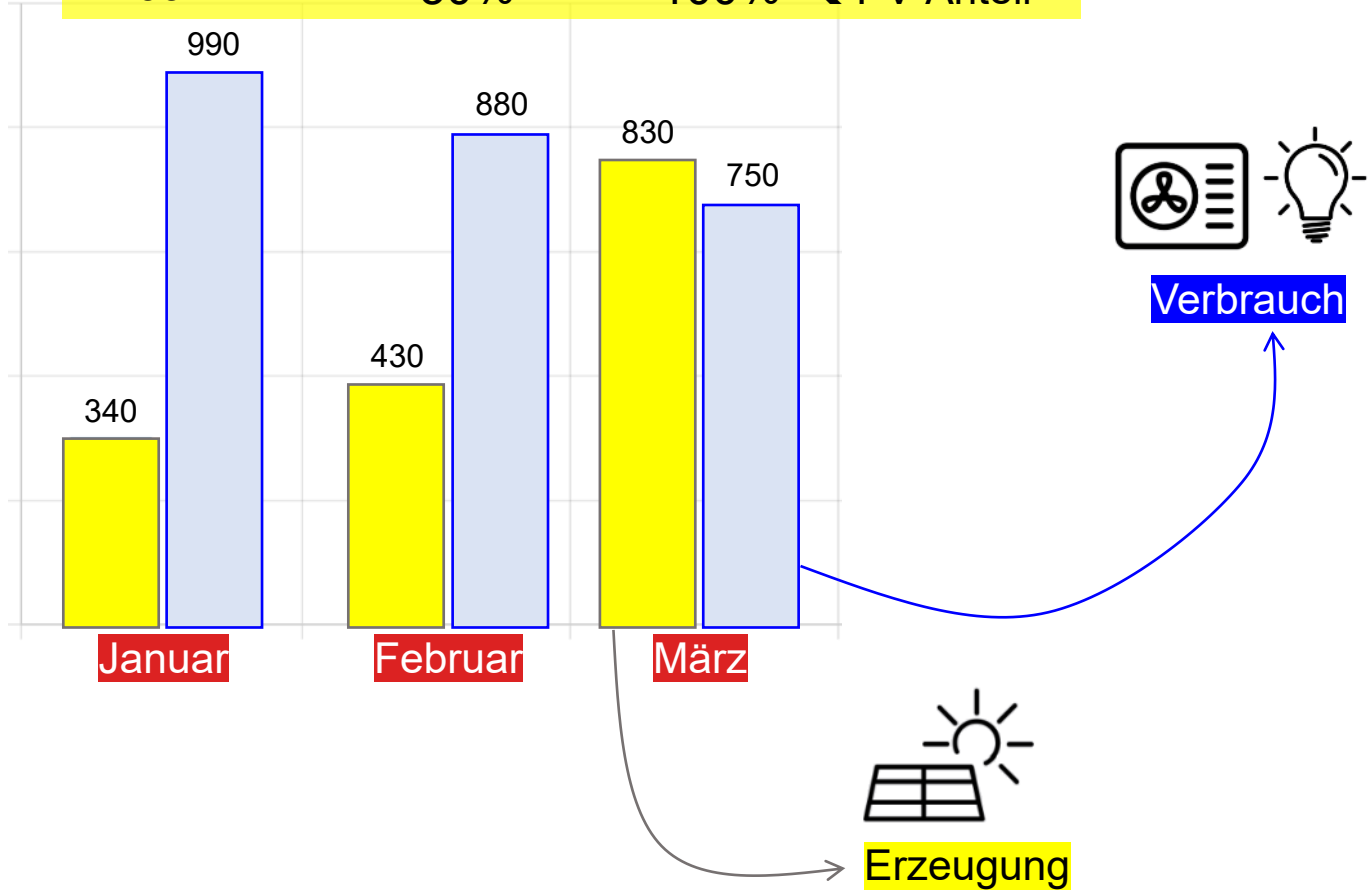
$$\dots = \frac{1.610 \text{ kWh}}{483 \text{ kWh}} = 3,33$$

PV-Anlage und Wärmepumpe im gesamten Jahr

9 kW_p PV-Anlage + Wärmepumpe Arbeitszahl mindestens bei 3,27: Reale Werte
Januar bis September 2025, Standort Nürnberg-Worzeldorf

Reale
Monatswerte
in kWh

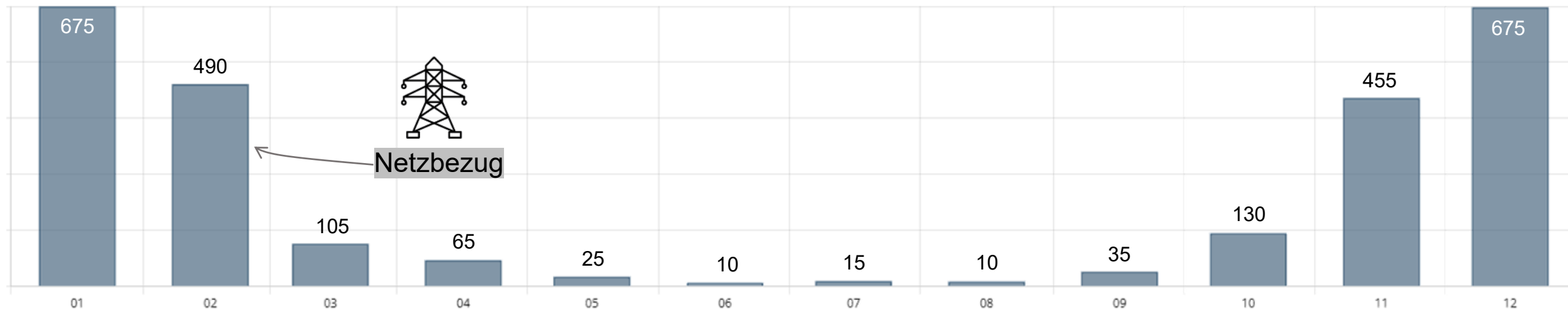
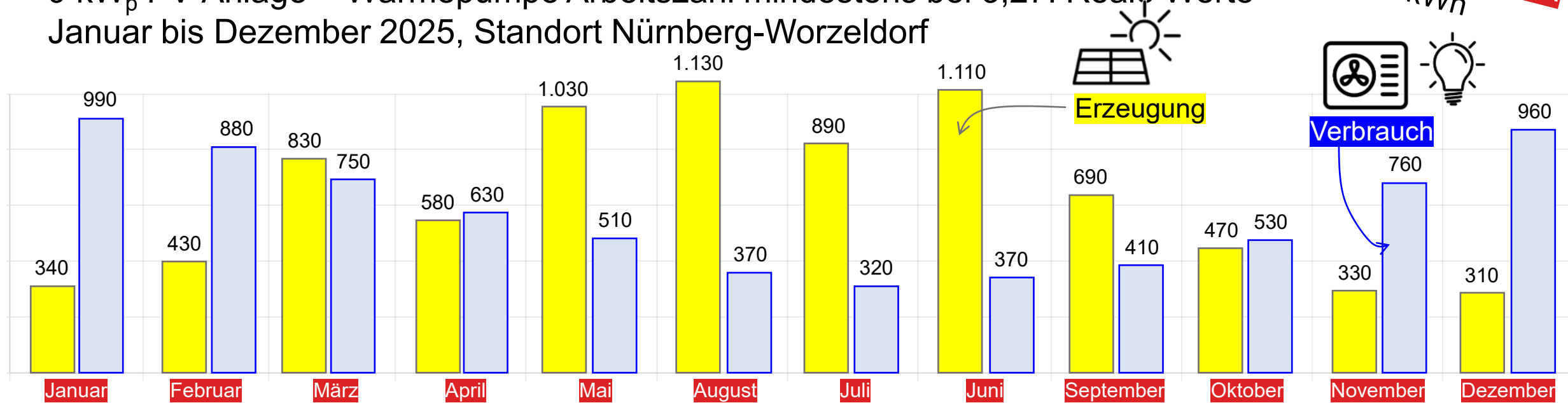
≈ 33% ≈ 50% ≈ 100% ← PV-Anteil



PV-Anlage und Wärmepumpe im gesamten Jahr

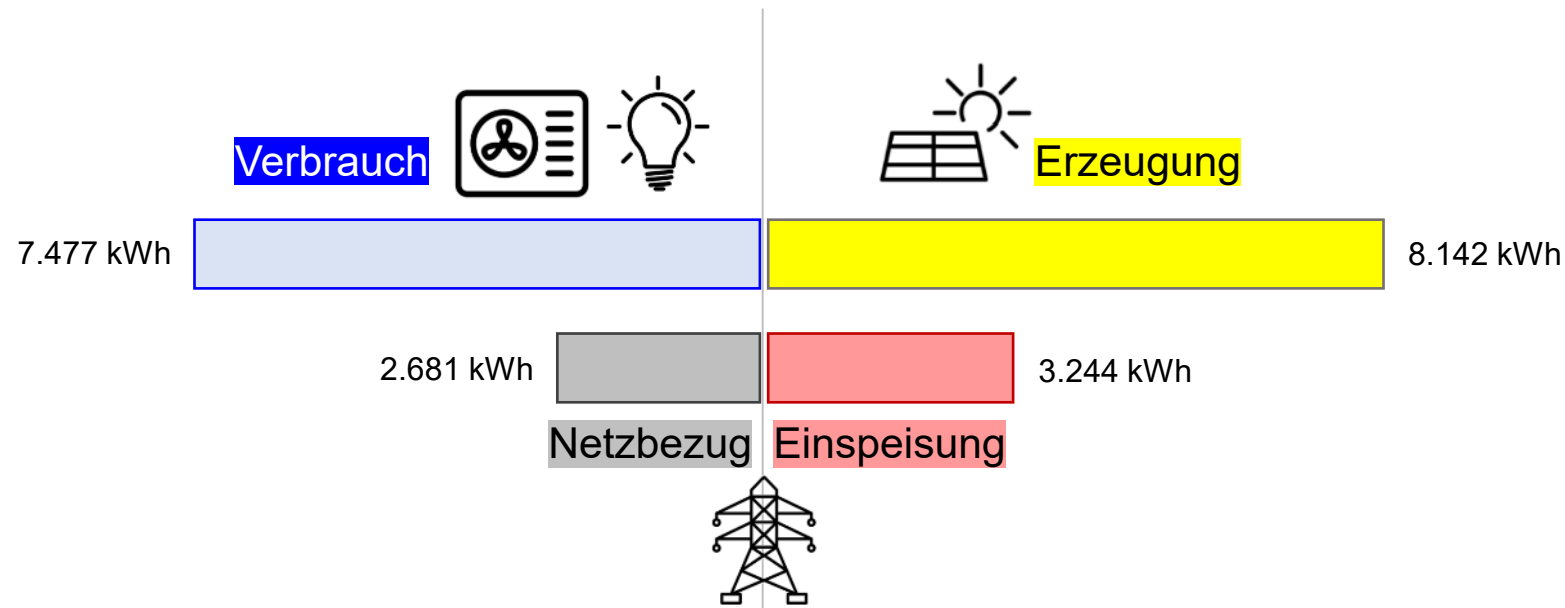
9 kW_p PV-Anlage + Wärmepumpe Arbeitszahl mindestens bei 3,27: Reale Werte
Januar bis Dezember 2025, Standort Nürnberg-Worzeldorf

Reale
Monatswerte!
in kWh



PV-Anlage und Wärmepumpe im gesamten Jahr

9 kW_p PV-Anlage + Wärmepumpe Arbeitszahl mindestens bei 3,27: Reale Werte
Januar bis Dezember 2025, Standort Nürnberg-Worzeldorf



Was wäre ohne PV?

Bei 29,88 Ct/kWh \approx 2.230 EUR
Stromrechnung in 2025 bzw.
 \approx 187 EUR pro Monat

Tatsächliche Stromrechnung

Bei 29,88 Ct/kWh \approx 800 EUR
Stromrechnung in 2025 bzw.
 \approx 67 EUR pro Monat

Einspeisung:

Bei 8 Ct/kWh Vergütung für
Einspeisung entsteht Ertrag von
 \approx 260 EUR in 2025 bzw.
 \approx 22 EUR pro Monat

Antworten: Gas, Wärmepumpen, Photovoltaik, Holz

- Gesamtkosten verschiedener Heizungen:
 - (1) Auf Sicht von 20 Jahren unter Berücksichtigung von Betriebskosten und Förderung sind **Pellets, Hackschnitzel und Wärmepumpe** trotz hoher Investition **am günstigsten**
 - (2) Hohe Investitionskosten bei hohem Verbrauch bzw. intensiver Nutzung kompensiert durch moderate Betriebskosten
 - (3) Spezielle, **relativ günstige Stromtarife für Wärmepumpen** verfügbar
 - (4) **Betriebskosten von Wärmepumpen** lassen sich durch **Photovoltaikstrom** weiter senken
- Zum Teil erheblicher **Platzbedarf** für Lagerung von Scheitholz, Hackschnitzel und Pellets
- **Regionales Angebot** an Holz begrenzt, so dass nicht jeder mit Holz heizen kann
- **Förderung 30 bis 70%** für neue, emissionsarme Heizungen in Eigenheimen
- **Deckung Erzeugung und Bedarf: Photovoltaik** liefert sogar im Winter etwas Strom
- **Ladekosten E-Auto: Überschüsse aus Photovoltaik** erlauben sehr günstiges Laden im Sommer

Gas, Wärmepumpe, Photovoltaik, Holz

Wie gelingt eine günstige, zuverlässige und umweltfreundliche Energieversorgung von Gebäuden?

E-Autos und Verbrenner: Was ist günstiger?

Kauf, Strom, Versicherung, Restwert

Mömlingen | 11. Juni 2026

[Dr.-Ing. Simon Herzog](#) 

simon.herzog@tum.de

Fragen zu E-Autos und Verbrenner

- Welche Förderungen gibt es heute und in Zukunft?
- Wie unterscheiden sich Neuwagenpreise?
- Wo liegen die Stromkosten je nachdem, wo man lädt?
- Wie unterscheiden sich Versicherungstarife?
- Wo liegen die Restwerte?
- Lebensdauer einer E-Auto-Batterie

E-Auto-Förderung: Status Quo vs. Neue Regeln 2026

Merkmal	Status Quo (bis Ende 2025)	Neue Förderung (ab 2026)
Kaufprämie Privat	Keine direkte staatliche Förderung vorhanden.	Bis 6.000 € für E-Autos Bis 4.500 € für Plug-in-Hybride.
Sozial-Bonus	Nicht vorhanden.	+1.000 € bei Einkommen < 60.000 € +2.000 € bei < 45.000 €
Kinder-Bonus	Nicht vorhanden.	Zusätzliche 500 € pro Kind <i>maximal für zwei Kinder</i>
Einkommensgrenze	Keine Einschränkung <i>da es keine Prämie gibt.</i>	Max. 80.000 € Haushaltseinkommen +5.000 € je Kind
Listenpreis-Limit	Früher (BAFA) bis 65.000 € Netto.	Derzeit kein hartes Preislimit im neuen Programm.
Dienstwagen (0,25%)	Bis 100.000 € Bruttolistenpreis <i>seit 07/25</i>	Grenze von 100.000 € bleibt stabil für die 0,25%-Regel
Kfz-Steuer	Befreiung bis Ende 2030 für Erstzulassung bis 2025	Befreiung wird für Neuzulassungen bis Ende 2035 verlängert.
Mindesthaltedauer	Keine Vorgabe.	Das Fahrzeug muss mindestens 36 Monate gehalten werden.

Elektrischer VW Polo.

Handelsblatt

VW ID.Polo

So teuer wird der elektrische Polo

VW will wieder mehr Volk wagen und weitet seine Elektropalette deshalb nach unten aus: Schon im Mai soll der Verkauf des ID.Polo starten. Mit diesen Preisen plant VW.

29.04.2026 - 13:00 Uhr

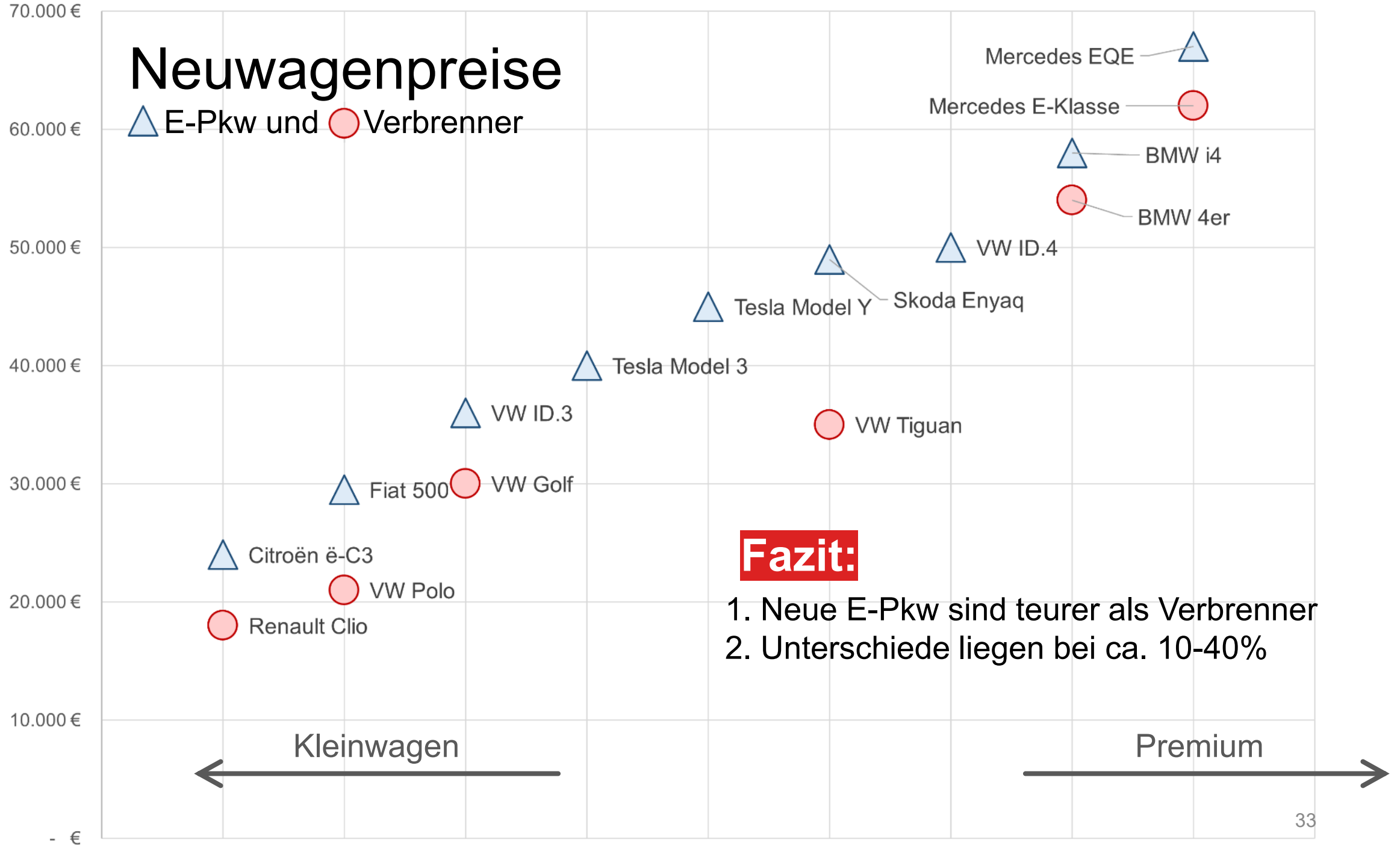
Quelle: dpa

- Preis ab 25.000 EUR
- Reichweite ca. 300 km (teurere Varianten ca. 450 km)
- Fünf Sitze, vier Türen
- 85 kW bzw. 116 PS
- LFP-Batterie mit 37 kWh



Neuwagenpreise

△ E-Pkw und ● Verbrenner



Fazit:

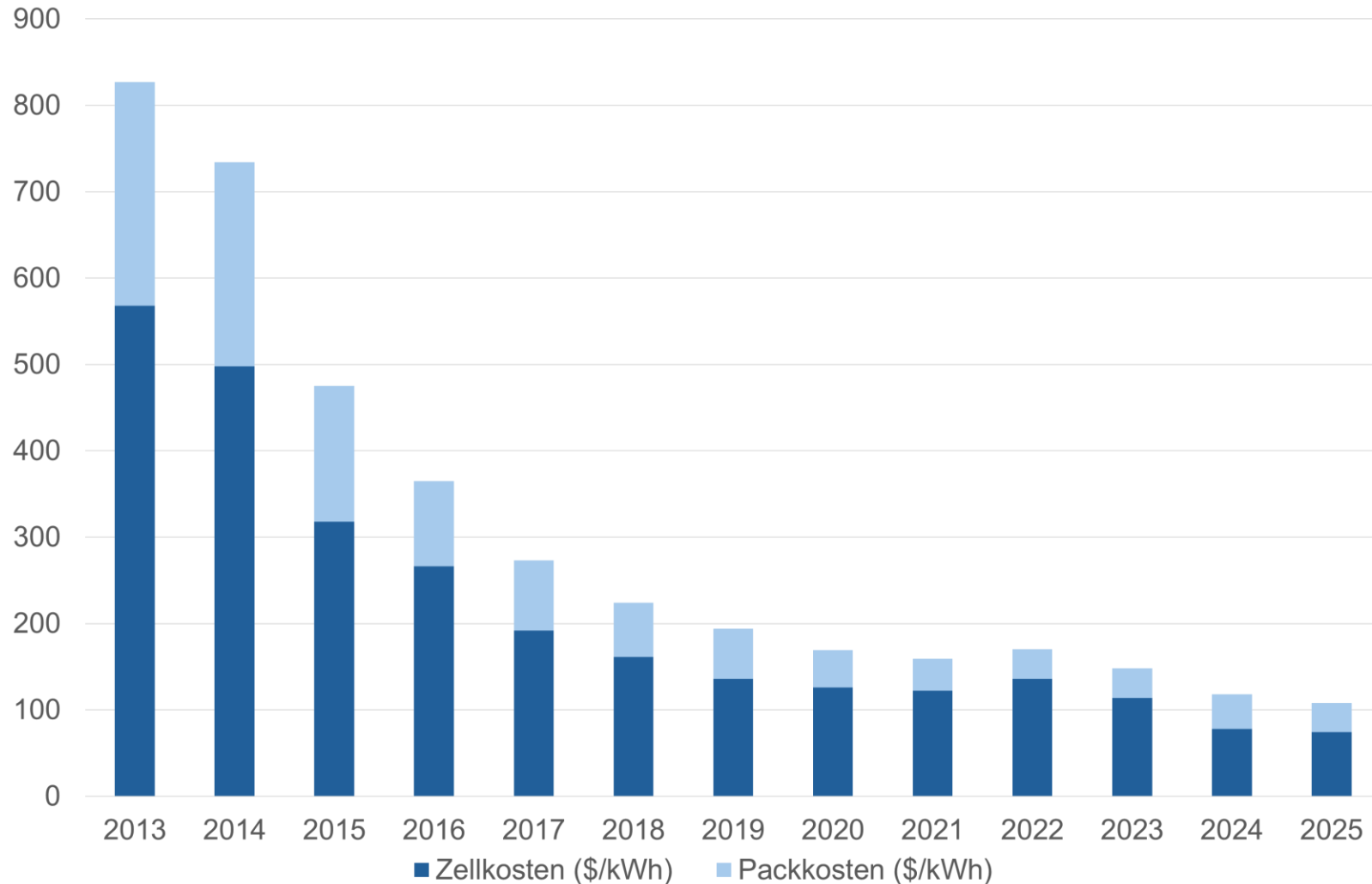
- 1. Neue E-Pkw sind teurer als Verbrenner
- 2. Unterschiede liegen bei ca. 10-40%

← Kleinwagen

Premium →

Trend: Neuwagenpreise fallen durch Batteriepreise

30 bis 50 % des Wertes von E-Autos macht die Batterie aus und die Batteriepreise fallen weiter



Batteriepreise
in USD/kWh

Neuwagenpreise fallen durch Batteriepreise

30 bis 50 % des Wertes von E-Autos macht die Batterie aus und die Batteriepreise fallen weiter

Kostenfaktor pro Monat	VW ID.3 Elektro, 150 kW	VW Golf 8 Benziner, 1.5 TSI, DSG
Leasingrate	ca. 210 € – 260 €	ca. 200 € – 250 €
Sonderzahlung anteilig	ca. 0 € – 80 € (je nach Prämie)	ca. 0 € – 80 €
Kfz-Steuer	ca. 2,80 € (34 € p.a. ab 2026)	ca. 7 € – 11 € (je nach CO2)
Versicherung Haftpflicht, Vollkasko	ca. 85 € – 105 € (Typklasse 15/20)	ca. 75 € – 95 €
Wartung & Verschleiß	ca. 40 € – 50 €	ca. 40 € – 55 €
Gesamtkosten ohne Energie	ca. 340 € – 495 €	ca. 325 € – 490 €

E-Autos müssen laden ...

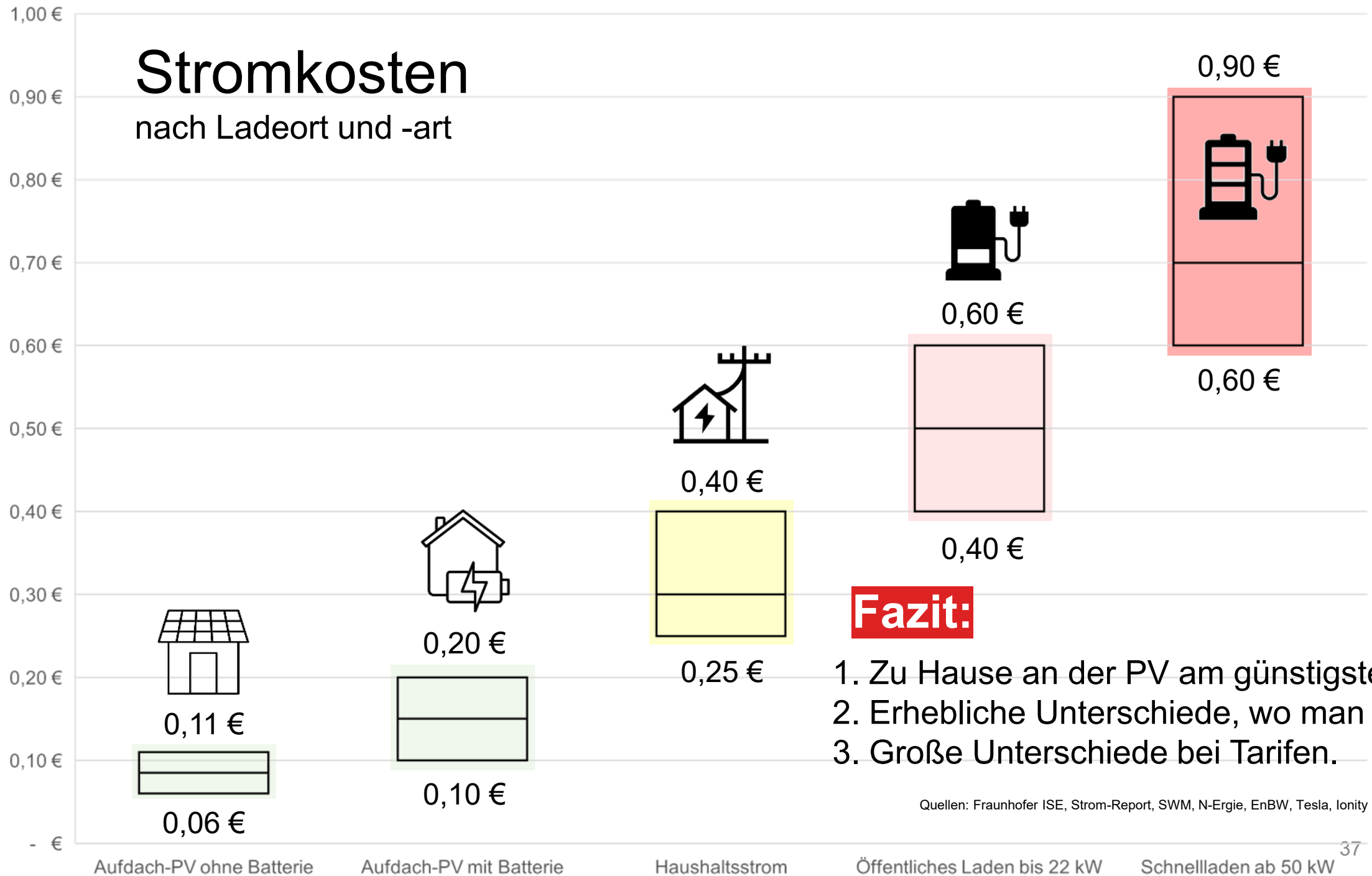
Wo liegen die Stromkosten?

- Zu Hause mit PV
- Zu Hause mit PV
und Speicher
- Haushaltsstrom
- Öffentlich
- Schnelllader



Stromkosten

nach Ladeort und -art



Fazit:

1. Zu Hause an der PV am günstigsten.
2. Erhebliche Unterschiede, wo man lädt.
3. Große Unterschiede bei Tarifen.

Quellen: Fraunhofer ISE, Strom-Report, SWM, N-Ergie, EnBW, Tesla, Ionity

Laden oder Tanken: Was ist günstiger?



VW ID.3



VW Golf



Laden oder Tanken: Was ist günstiger?



VW ID.3

VW Golf



Annahmen für E-Pkw und Verbrenner: Fahrleistung 15.000 km pro Jahr

Annahmen für E-Pkw

- Verbrauch 20 kWh/100 km
- Laden zu
 - 1/3 an PV zu 0,10 €/kWh
 - 1/3 Haushaltsstrom zu 0,30 €/kWh
 - 1/3 am Schnelllader zu 0,70 €/kWh

Annahmen für Verbrenner

- Verbrauch 6 Liter/100 km (Benzin)
- Tanken zu 1,80 €/Liter

z.B. Eigenheimbesitzer mit gemischter Pkw-Nutzung

$15.000 \text{ km} * \frac{1}{3} * 20 \text{ kWh}/100\text{km} * (0,1 + 0,3 + 0,7) \text{ €/kWh}$
= 1.100 € Ladekosten pro Jahr

$15.000 \text{ km} * 6 \text{ l}/100\text{km} * 1,80 \text{ €/l}$
=1.620 € Tankkosten pro Jahr

Laden oder Tanken: Was ist günstiger?



VW ID.3

VW Golf



Annahmen für E-Pkw und Verbrenner: Fahrleistung 15.000 km pro Jahr

Annahmen für E-Pkw

- Verbrauch 20 kWh/100 km
- Laden zu
 - 0,5 Öffentlich zu 0,40 €/kWh
 - 0,5 am Schnelllader zu 0,70 €/kWh

z.B. Stadtbewohner ohne eigenen Parkplatz

$15.000 \text{ km} * 0,5 * 20 \text{ kWh}/100\text{km} * (0,4 + 0,7) \text{ €/kWh}$
= 1.650 € Ladekosten pro Jahr

Annahmen für Verbrenner

- Verbrauch 6 Liter/100 km (Benzin)
- Tanken zu 1,80 €/Liter

$15.000 \text{ km} * 6 \text{ l}/100\text{km} * 1,80 \text{ €/l}$
=1.620 € Tankkosten pro Jahr

Laden oder Tanken: Was ist günstiger?



VW ID.3



VW Golf

Annahmen für E-Pkw und Verbrenner: Fahrleistung 15.000 km pro Jahr

Annahmen für E-Pkw

- Verbrauch 20 kWh/100 km
- Laden zu
 - 0,5 an PV mit Batterie zu 0,15 €/kWh
 - 0,5 am Haushaltsstrom zu 0,30 €/kWh

z.B. Eigenheimbesitzer, der (fast) nie außer Haus lädt.

$$15.000 \text{ km} * 0,5 * 20 \text{ kWh}/100\text{km} * (0,15 + 0,3) \text{ €/kWh} \\ = 675 \text{ € Ladekosten pro Jahr}$$

Annahmen für Verbrenner

- Verbrauch 6 Liter/100 km (Benzin)
- Tanken zu 1,80 €/Liter

$$15.000 \text{ km} * 6 \text{ l}/100\text{km} * 1,80 \text{ €/l} \\ = 1.620 \text{ € Tankkosten pro Jahr}$$

Laden oder Tanken: Was ist günstiger?



VW ID.3

VW Golf



Annahmen für E-Pkw und Verbrenner: Fahrleistung 15.000 km pro Jahr

Annahmen für E-Pkw

- Verbrauch 20 kWh/100 km
- Laden zu
 - 0,5 an PV mit Batterie zu 0,15 €/kWh
 - 0,5 am Haushaltsstrom zu 0,30 €/kWh

z.B. Eigenheimbesitzer, der (fast) nie außer Haus lädt.

$15.000 \text{ km} * 0,5 * 20 \text{ kWh}/100\text{km} * (0,15 + 0,3) \text{ €/kWh}$
= 675 € Ladekosten pro Jahr

Annahmen für Verbrenner

- Verbrauch 6 Liter/100 km (Benzin)
- Tanken zu 1,80 €/Liter

$15.000 \text{ km} * 6 \text{ l}/100\text{km} * 1,80 \text{ €/l}$
= 1.620 € Tankkosten pro Jahr

Laden oder Tanken: Was ist günstiger?



VW ID.3

VW Golf



Annahmen für E-Pkw und Verbrenner: Fahrleistung 15.000 km pro Jahr

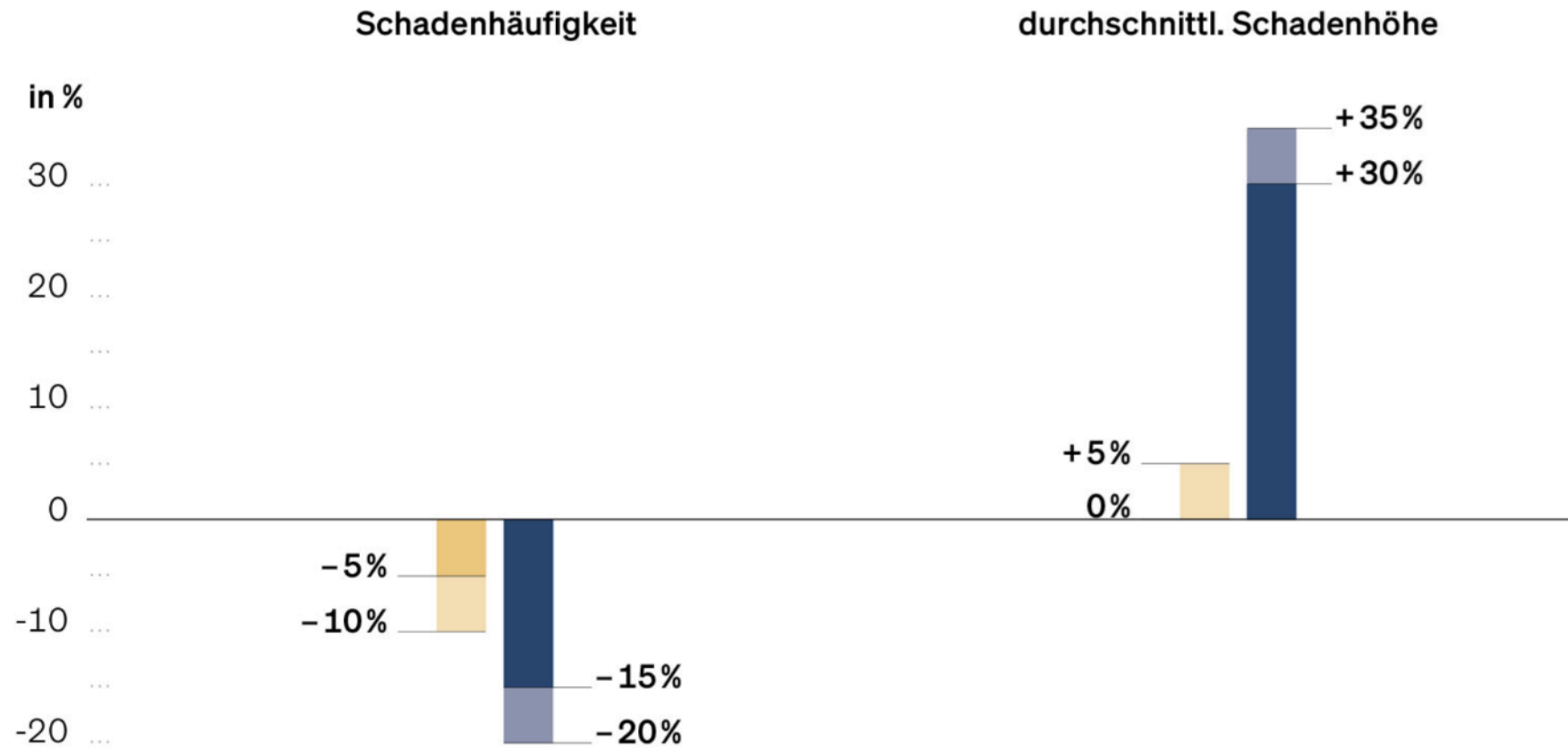
Fazit:

1. Ladekosten eines E-Autos meist günstiger als Tanken.
2. Ladekosten die E-Autos hängen stark vom Ladeverhalten ab: Schnelllader oder daheim?
3. Tanken meist teurer als Laden.
4. Tankkosten weniger stark vom Verhalten abhängig: Steuerfrei daheim tanken geht nicht!
5. Einsparung bei E-Auto ggü. Verbrenner hängt von km pro Jahr ab: Bei „Wenigfahrern“ E-Auto weniger lohnenswert.

Wie unterscheiden sich Versicherungstarife?

Elektroautos haben höhere Reparaturkosten als vergleichbare Verbrenner

Schadenbilanzen von Elektroautos im Vergleich zu ähnlichen bzw. baugleichen Verbrennern



Gesamtverband Deutscher Versicherer (GDV) 2023: <https://www.gdv.de/gdv/medien/medieninformationen/studie-e-autos-sind-bei-der-reparatur-ein-drittel-teurer-als-vergleichbare-verbrenner-155216>

Bild oben rechts generiert mit Microsoft Copilot, 2025

● Kfz-Haftpflichtversicherung ● Vollkaskoversicherung (●● jeweils Schwankungsbreite)

Wie unterscheiden sich Versicherungstarife?



Haftpflicht

- Gleich oder günstiger als Verbrenner
- E-Autos weniger Unfälle lt. GDV-Studie von 2023
- Offensichtlich sichere Fahrweise der E-Autos
- z.B. Tesla Model 3 bei 300 bis 400 € p.a.

z.B. VW Golf 8 bei 350 bis 450 € p.a.

Vollkasko

- Neuwagenpreise in gleicher Klasse höher, daher teurer
- Schäden bei E-Auto seltener
- Reparatur teurer, gerade wenn Batterie betroffen
- Batterie macht 30 - 50 % des Fahrzeugwertes aus
- Tesla Model 3 bei 800 bis 1.200 € p.a.

z.B. VW Golf 8 bei 600 bis 900 € p.a.



Wie unterscheiden sich die Restwerte?



Beispiel

- **Tesla Model 3:** Neupreis in 2020 um 45.000 €, nach 4 Jahren ca. 22-24.000 €, also 50 – 53 % Restwert
→ Wertverfall höher als Verbrenner
- **VW Golf 8:** Neupreis in 2020 um 30.000 €, nach 4 Jahren ca. 17.000 bis 18.000 €, also 56 – 60 % Restwert
→ Wert stabiler im Vergleich zum E-Auto

Gründe (Auswahl)

für höheren Wertverfall ggü. Verbrenner

- Rasante Entwicklung bei E-Autos machen Gebrauchte weniger attraktiv
- Viele Rückläufer aus Leasing
- Hoher Anschaffungspreis
- Alterung der Batterie
- Preissenkung für Neuwagen (z.B. Tesla)

Wie unterscheiden sich die Restwerte?



Beispiel

- **Tesla Model 3:** Neupreis in 2020 um 45.000 €, nach 4 Jahren ca. 22-24.000 €, also 50 – 53 % Restwert
- ➔ Wertverfall höher als Verbrenner

- **VW Golf 8:** Neupreis in 2020 um 30.000 €, nach 4 Jahren ca. 17.000 bis 18.000 €, also 56 – 60 % Restwert
- ➔ Wert stabiler im Vergleich zum E-Auto

Gründe (Auswahl)

für höheren Wertverfall ggü. Verbrenner

- Rasante Entwicklung bei E-Autos machen Gebrauchte weniger attraktiv
- Viele Rückläufer aus Leasing
- Hoher Anschaffungspreis
- Alterung der Batterie
- Preissenkung für Neuwagen (z.B. Tesla)

für stabilere Restwerte ggü. E-Auto

- Risikofaktor Batteriealterung entfällt
- Weniger Technologiesprünge bei Verbrennern
- Gute Nachfrage nach gebrauchten Verbrennern
- Langjährige Erfahrung im Markt bei Reparaturen und Ersatzteilen
- ...

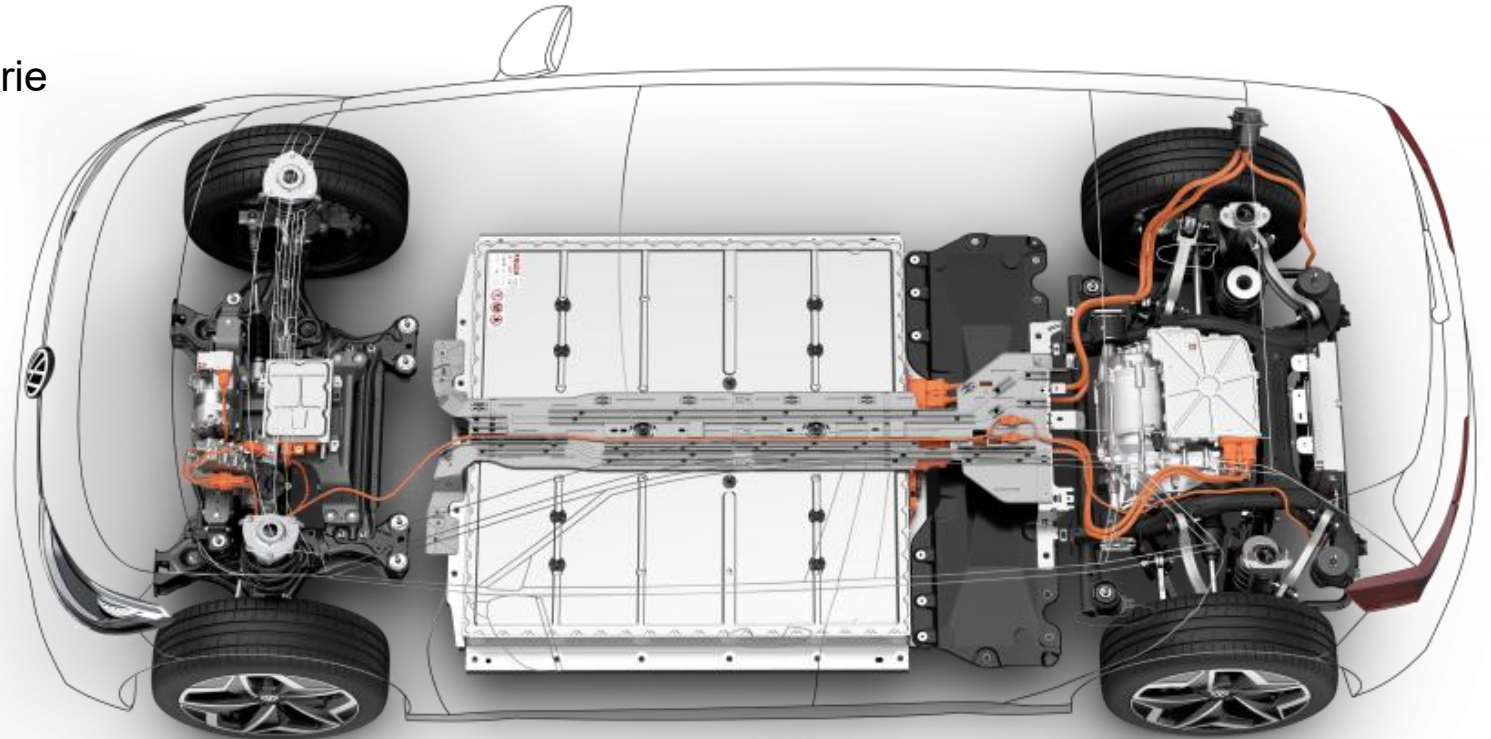
Wie lange hält eine Batterie?

Typische Garantie der Hersteller:

- 8 Jahre oder 160.000 km
- 70 % ursprüngliche Kapazität

Realität

- 1.000 bis 3.000 volle Ladezyklen pro Batterie
- 300 km Reichweite pro Zyklus
- 300.000 bis 900.000 km pro Batterie



Fragen und Antworten zu E-Autos und Verbrenner

- Wie unterscheiden sich Neuwagenpreise?

→ E-Autos i.d.R. teurer, aber bald **Gleichstand** zu erwarten. E-Autos wurden und werden wegen **sinkender Batteriepreise** und Massenproduktion günstiger.

- Wo liegen die Stromkosten je nachdem, wo man lädt?

→ Teilweise deutlich unter Tankkosten, z.B. unter **2 €/100 km bei PV-Laden** zu Hause, teilweise über Tankkosten, z.B. über **14 €/100 km bei Schnellladen**.

- Wie unterscheiden sich Versicherungstarife?

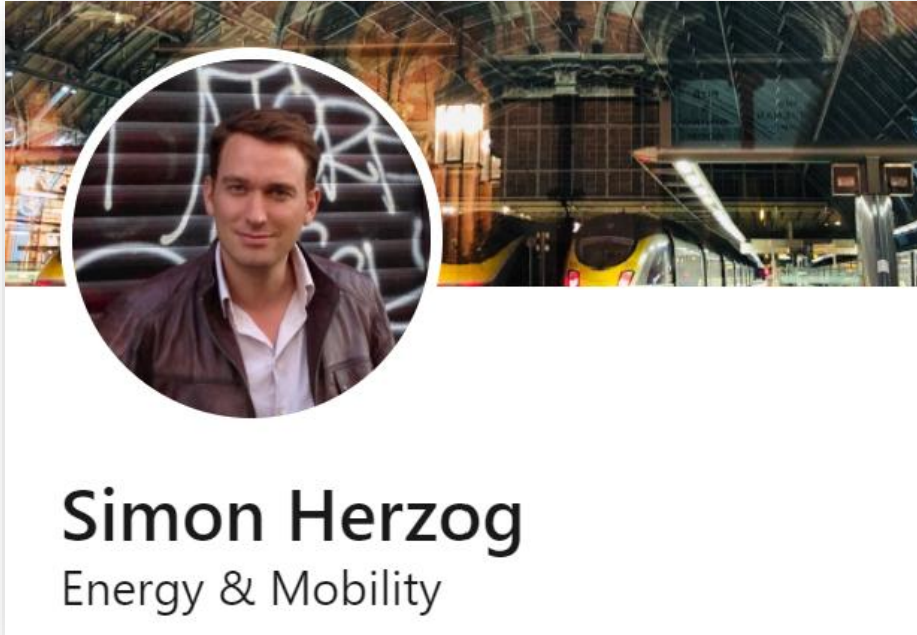
→ **Haftpflicht** bei E-Autos günstiger, **Vollkasko** teurer.

- Wo liegen die Restwerte?

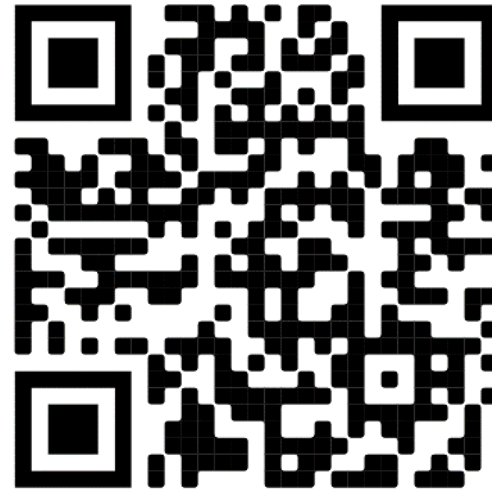
→ Bei **Verbrennern** tendenziell **höhere Restwerte** als bei E-Autos, aber Gleichstand erwartbar.

Folien gewünscht?

simon.herzog@tum.de



Linked in



Nächste Termine

- 04.08.2026: E-Autos (online)
- 01.09.2026: Neue Heizungen (online)
- 11.-13.12.2026: Präsenzseminar zu Energie in Deutschland, Europa und weltweit (Kloster Banz)

Danke für die Aufmerksamkeit!