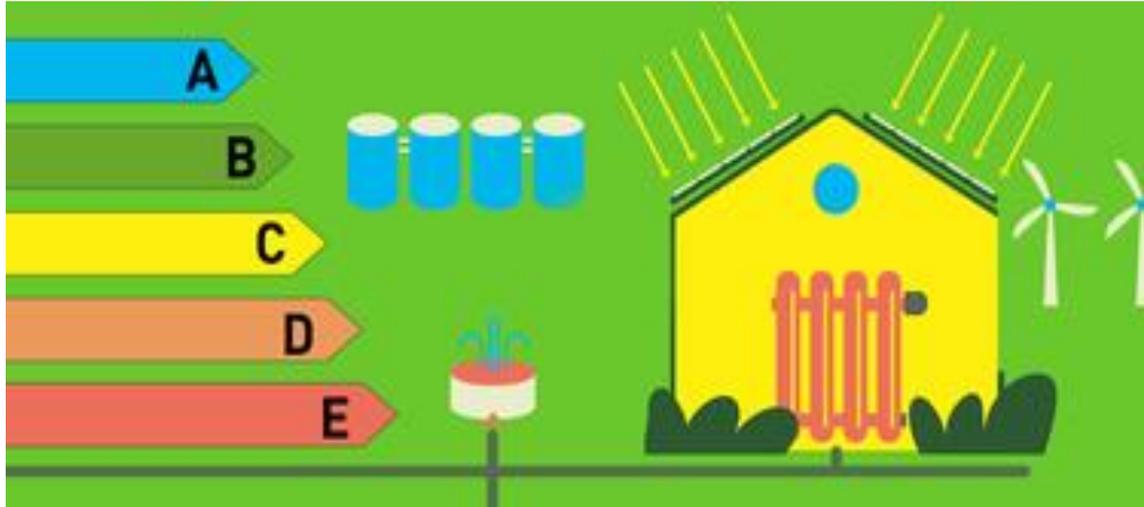


Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

5 Tipps zum energetischen Sanieren im Bestand (Energie trifft Wohnen)



Die Nutzung regenerativer Energien im Sektor Wohnen/Gebäude setzt einen grundsätzlichen Systemwechsel mit Blick auf die Heiztechnik voraus. Dabei muss sich auch die Vorstellung

ändern: von „einfach warm durch hohe Temperaturen“ hin zu der Vorstellung, dass Energieverluste durch neue Techniken und durch „regenerative“ Energie ausgeglichen werden. Dazu werden fünf Tipps vorgestellt.

Wer sich mit dem Thema befasst, wird am Ende nicht überrascht sein, dass die Nutzung regenerativer Energien zum Heizen sogar preiswerter ist als die Wärme, die mit gewohnten fossilen Heizungsanlagen gewonnen wird.

Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

Pfarrhaus 1 (ca.1630/2002)
Dämmung durch Innenrenovierung
(Reed/Strohmatte und 7 cm
Kalkputz)
Heizenergiebedarf gesenkt von 360
auf 160 kWh/m²a



Beispielgebäude aus Roßdorf bei Darmstadt



Pfarrhaus 2 (1980/2015)
Dämmung durch Außenrenovierung
Heizenergiebedarf gesenkt von 260 auf 40 kWh/m²a

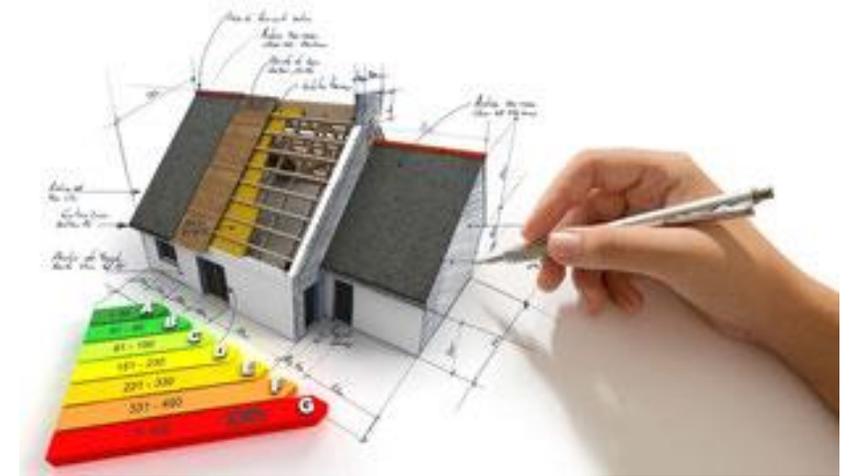
Gemeindeforum 2007
Heizenergiebedarf 18 kWh/m²a

Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

14.02.2022 Womit kann ich meine Öl- oder Gas-Heizung ersetzen?

Vorstellung einiger Möglichkeiten der energetischen Sanierung von Gebäuden.

Referent: Prof. Dr.-Ing. Stefan Lechner
THM Gießen



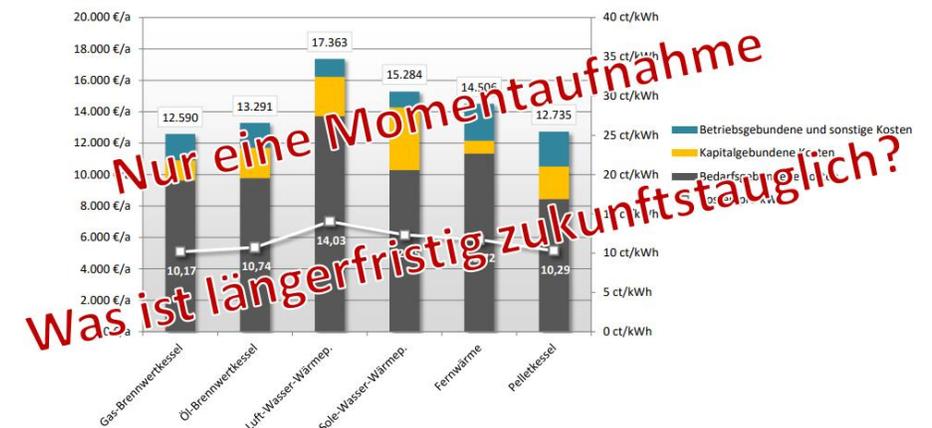
Folien und Video des Vortrags auf:
<https://www.uklg.de>

Wärme und Gebäudehülle



Die Kostenseite: Vollkostenrechnung Stand 2021 – Mehrfamilienhaus Bestand/Altbau mit 12 WE

- Details und Annahmen mündlich Vollkosten (Annuität) MFH mit 12 WE (Bestand/Altbau)



Nur eine Momentaufnahme
Was ist längerfristig zukunftstauglich?

Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

14.11.2022

**Welche Heizungen sind möglich
und zukunftssicher?**

Referent: Norbert Muth,
Energieberater

Folien und Video des
Vortrags auf:

<https://www.uklg.de>

The infographic is titled "Bundesförderung für effiziente Gebäude – Heizungsanlagen" and includes the URL "Weitere Informationen finden Sie unter: www.befi.de/beg". It features four columns representing different heating technologies: Solarthermie (25%), Biomasse (bis zu 25%), Wärmepumpe (bis zu 40%), and Wärmehelium (bis zu 35%). A central banner reads "Heizungs-Tausch-Bonus für Öl-, Gas-, Kohle- und Nachspeicherheizungen" with a plus sign. At the bottom, a yellow bar states "bis zu 50 % von der Fachplanung + Baubegleitung".

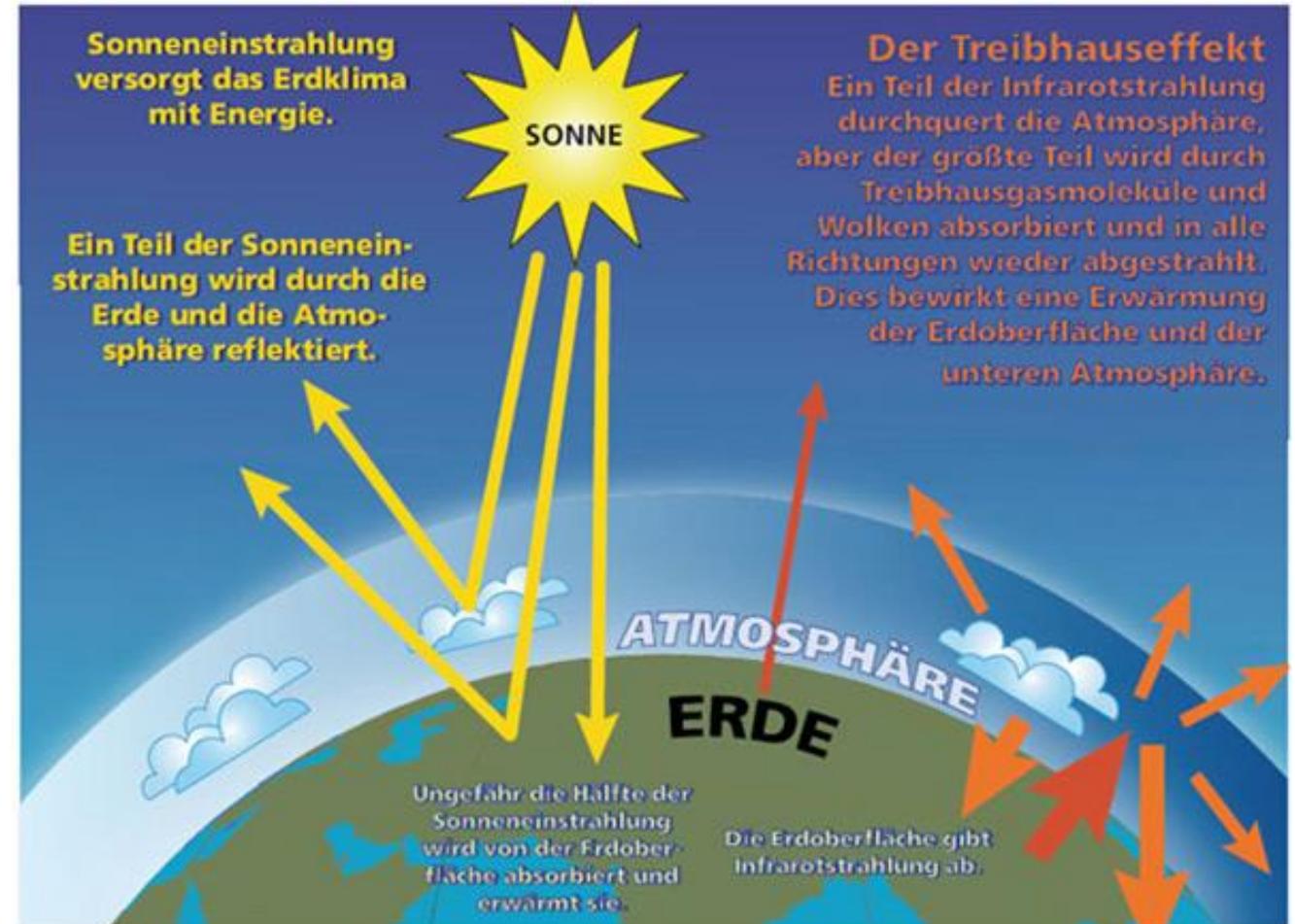
Ziel

- **Ein eigenes energetisches Sanierungskonzept zu finden, das zu mir und meinem Haus/Wohnung passt.**

Inhalt

- **Voraussetzungen**
- **5 energetische Tipps**
- **Kosten**

Voraussetzungen

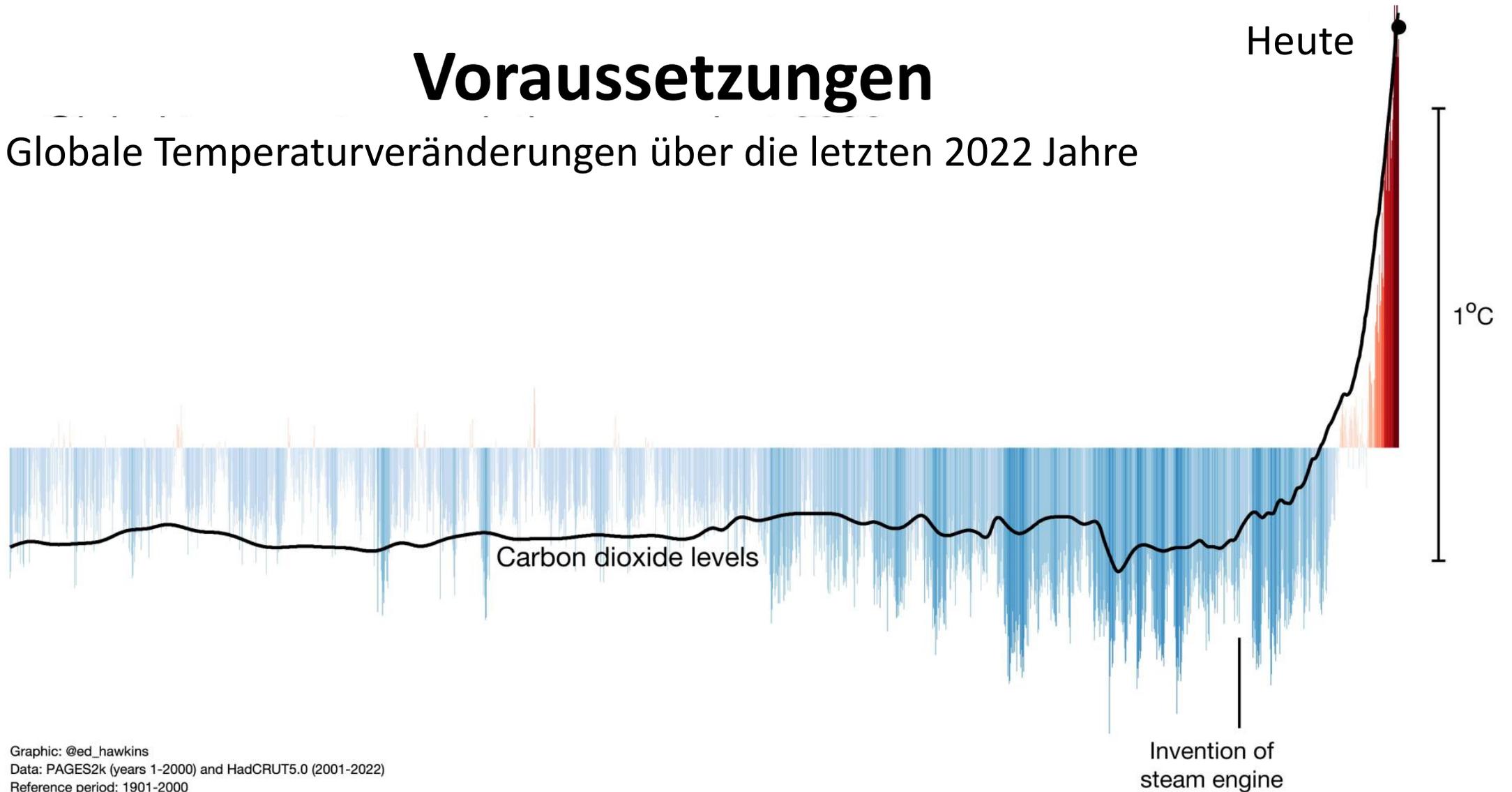


Quelle abgerufen am 7.10.2022: <https://www.solaranlage-ratgeber.de/wp-content/uploads/images/globalstrahlung-erklart-grafik-gb.jpg> und

Quelle abgerufen am 7.10.2022: <https://www.schule-klima-wandel.de/wissen-materialien/klima-wissen/>

Voraussetzungen

Globale Temperaturveränderungen über die letzten 2022 Jahre



Graphic: @ed_hawkins
Data: PAGES2k (years 1-2000) and HadCRUT5.0 (2001-2022)
Reference period: 1901-2000

Quelle abgerufen am 23.3.2023: https://twitter.com/ed_hawkins/status/1637400023653556225/photo/1/

Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

Svante Arrhenius* 1896

TABLE VII.—Variation of Temperature caused by a given Variation of Carbonic Acid.

Latitude.	Carbonic Acid=0.67.					Carbonic Acid=1.5.					Carbonic Acid=2.0.					Carbonic Acid=2.5.					Carbonic Acid=3.0.				
	Dec.-Feb.	March-May.	June-Aug.	Sept.-Nov.	Mean of the year.	Dec.-Feb.	March-May.	June-Aug.	Sept.-Nov.	Mean of the year.	Dec.-Feb.	March-May.	June-Aug.	Sept.-Nov.	Mean of the year.	Dec.-Feb.	March-May.	June-Aug.	Sept.-Nov.	Mean of the year.	Dec.-Feb.	March-May.	June-Aug.	Sept.-Nov.	Mean of the year.
70	-2.9	-3.0	-3.4	-3.1	-3.1	3.3	3.4	3.8	3.6	3.52	6.0	6.1	6.0	6.1	6.05	7.9	8.0	7.9	8.0	7.95	9.1	9.3	9.4	9.4	9.3
60	-3.0	-3.2	-3.4	-3.3	-3.22	3.4	3.7	3.6	3.8	3.62	6.1	6.1	5.8	6.1	6.02	8.0	8.0	7.6	7.9	7.87	9.3	9.5	8.9	9.5	9.3
50	-3.2	-3.3	-3.3	-3.4	-3.3	3.7	3.8	3.4	3.7	3.65	6.1	6.1	5.5	6.0	5.92	8.0	7.9	7.0	7.9	7.7	9.5	9.4	8.6	9.2	9.17
40	-3.4	-3.4	-3.2	-3.3	-3.32	3.7	3.6	3.3	3.5	3.52	6.0	5.8	5.4	5.6	5.7	7.9	7.6	6.9	7.3	7.42	9.3	9.0	8.2	8.8	8.82
30	-3.3	-3.2	-3.1	-3.1	-3.17	3.5	3.3	3.2	3.5	3.47	5.6	5.4	5.0	5.2	5.3	7.2	7.0	6.6	6.7	6.87	8.7	8.3	7.5	7.9	8.1
20	-3.1	-3.1	-3.0	-3.1	-3.07	3.5	3.2	3.1	3.2	3.25	5.2	5.0	4.9	5.0	5.02	6.7	6.6	6.3	6.6	6.52	7.9	7.5	7.2	7.5	7.52
10	-3.1	-3.0	-3.0	-3.0	-3.02	3.2	3.2	3.1	3.1	3.15	5.0	5.0	4.9	4.9	4.95	6.6	6.4	6.3	6.4	6.42	7.4	7.3	7.2	7.3	7.3
0	-3.0	-3.0	-3.1	-3.0	-3.02	3.1	3.1	3.2	3.2	3.15	4.9	4.9	5.0	5.0	4.95	6.4	6.4	6.6	6.6	6.5	7.3	7.3	7.4	7.4	7.35
-10	-3.1	-3.1	-3.2	-3.1	-3.12	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	5.0	5.0	5.2	5.1	5.07	6.6	6.6	6.7	6.7	6.65	7.4	7.5	8.0	7.6	7.6
-20	-3.1	-3.2	-3.3	-3.2	-3.2	3.2	3.2	3.4	3.3	3.27	5.2	5.3	5.5	5.4	5.35	6.7	6.8	7.0	7.0	6.87	7.9	8.1	8.6	8.3	8.22
-30	-3.3	-3.3	-3.4	-3.4	-3.35	3.4	3.5	3.7	3.5	3.52	5.5	5.6	5.8	5.6	5.62	7.0	7.2	7.7	7.4	7.32	8.6	8.7	9.1	8.8	8.8
-40	-3.4	-3.4	-3.3	-3.4	-3.37	3.6	3.7	3.8	3.7	3.7	5.8	6.0	6.0	6.0	5.95	7.7	7.9	7.9	7.9	7.85	9.1	9.2	9.4	9.3	9.25
-50	-3.4	-3.3	—	—	—	3.8	3.7	—	—	—	6.0	6.1	—	—	—	7.9	8.0	—	—	—	9.4	9.5	—	—	—
-60	-3.2	-3.3	—	—	—	3.8	3.7	—	—	—	6.0	6.1	—	—	—	7.9	8.0	—	—	—	9.4	9.5	—	—	—

266 Prof. S. Arrhenius on the Influence of Carbonic Acid

On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science 5, 237–276 (1896) (Über den Einfluss von Kohlensäure in der Luft auf die Bodentemperatur)

*Nobelpreis für Chemie 1903



Deutsche Gesellschaft
CLUB OF ROME

Quelle: Vortrag Lativ in Marburg am 29.10.2021



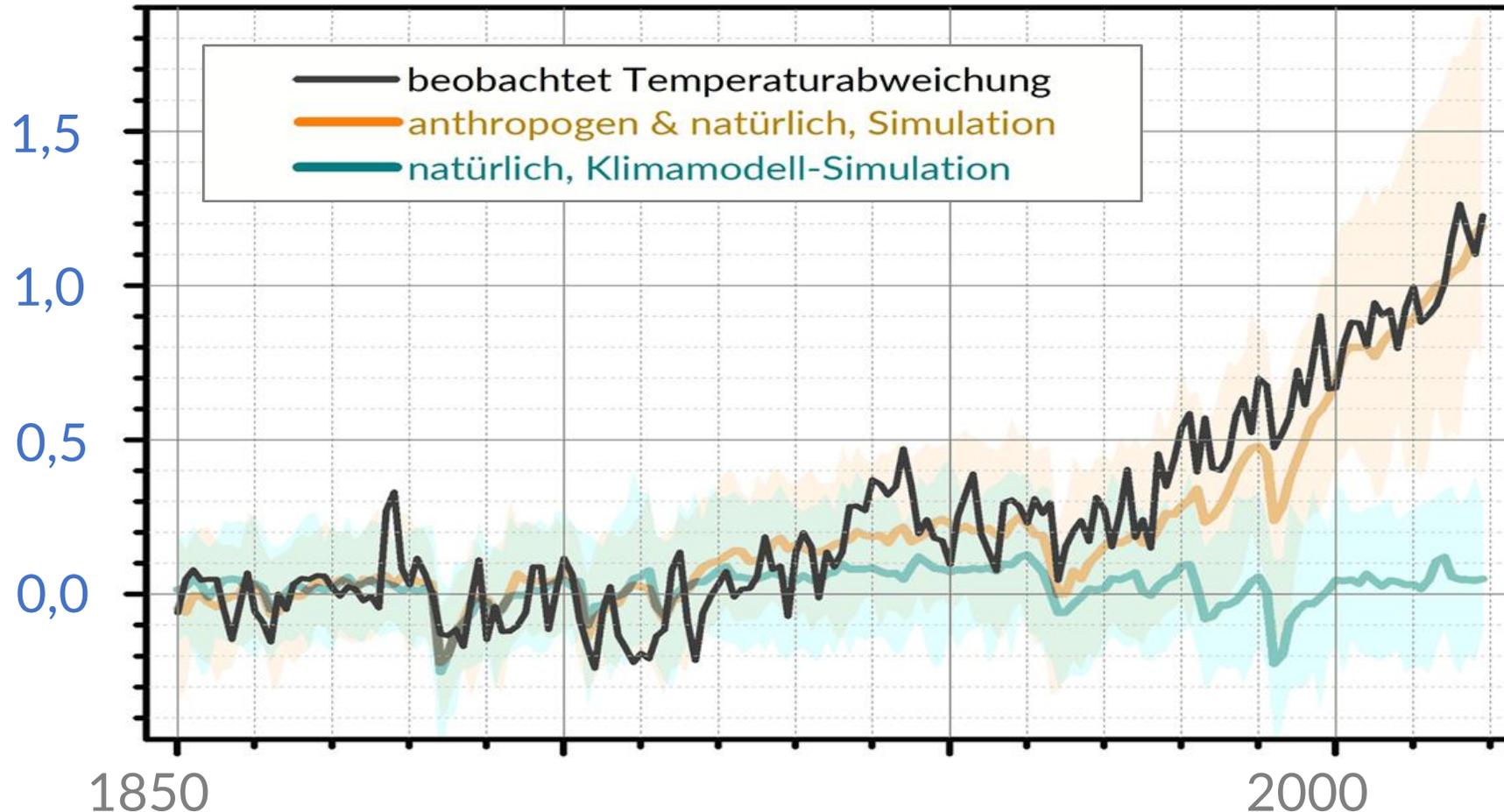
Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

Voraussetzungen

Der Temperaturanstieg lässt sich auf den Einfluss des Menschen durch Emission von Treibhausgasen zurückführen

Temperatur-
änderung

(ΔT ,
1850–2020
in Kelvin)



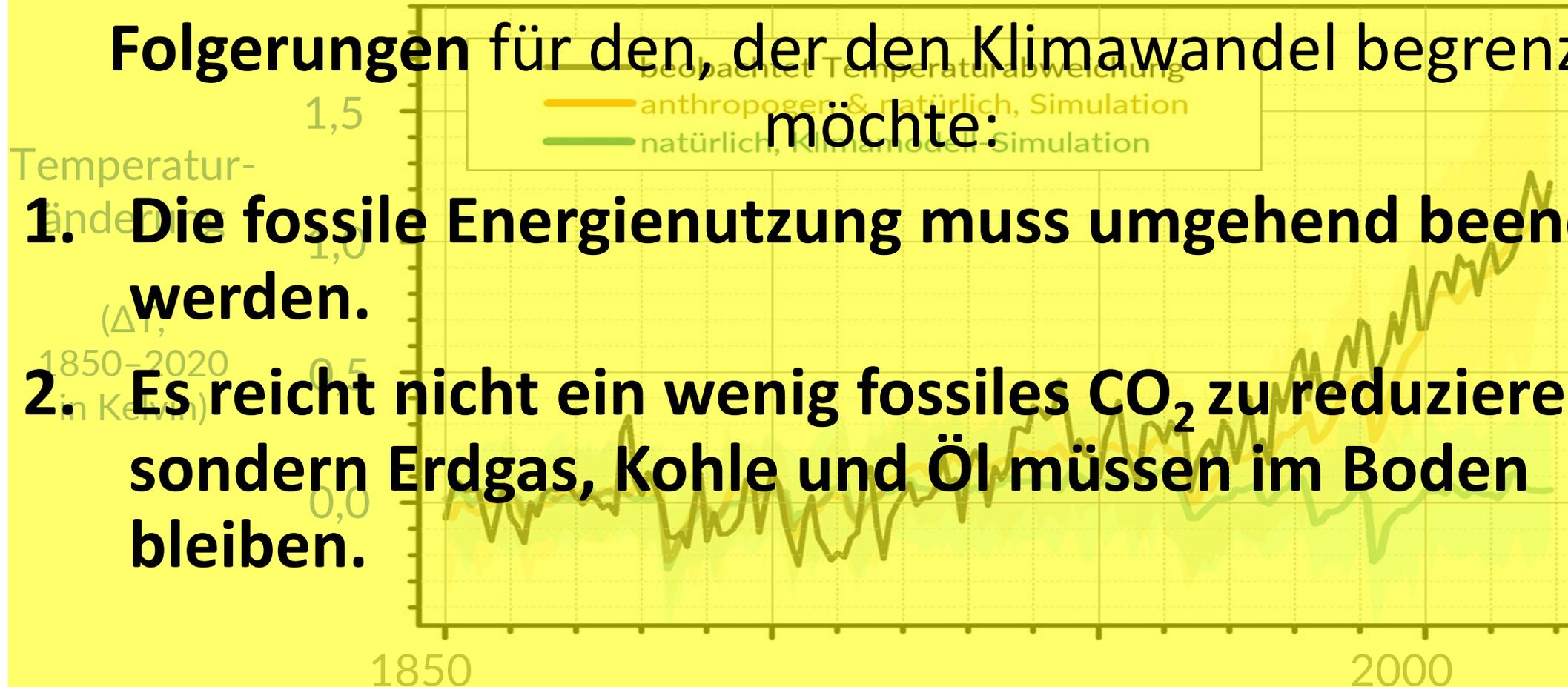
Quelle abgerufen am: [https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Ffiles.scientists4future.org%2FThemen%2F10__Klima%2F1__Powerpoint_\(Original\)%2FKlima_IPCC-AR6_WG_1_2021_%2528S4F-Sammlung%2529_--_67_Folien_--_2022-06-04.pptx&wdOrigin=BROWSELINK](https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Ffiles.scientists4future.org%2FThemen%2F10__Klima%2F1__Powerpoint_(Original)%2FKlima_IPCC-AR6_WG_1_2021_%2528S4F-Sammlung%2529_--_67_Folien_--_2022-06-04.pptx&wdOrigin=BROWSELINK)

Voraussetzungen

Der Temperaturanstieg lässt sich auf den Einfluss des Menschen durch Emission von Treibhausgasen zurückführen

Folgerungen für den, der den Klimawandel begrenzen möchte:

- 1. Die fossile Energienutzung muss umgehend beendet werden.**
- 2. Es reicht nicht ein wenig fossiles CO₂ zu reduzieren, sondern Erdgas, Kohle und Öl müssen im Boden bleiben.**



- Energieverbrauch ist komplex
 - Energieverbrauch zum Kochen von 1L Wasser



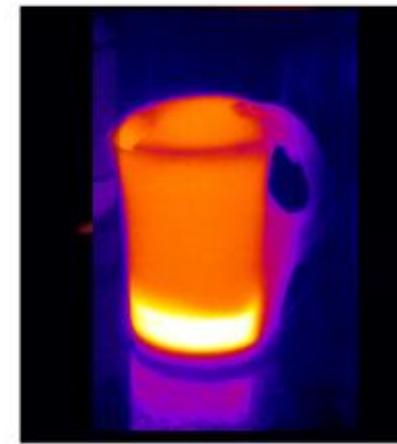
Gasherd



Elektroherd



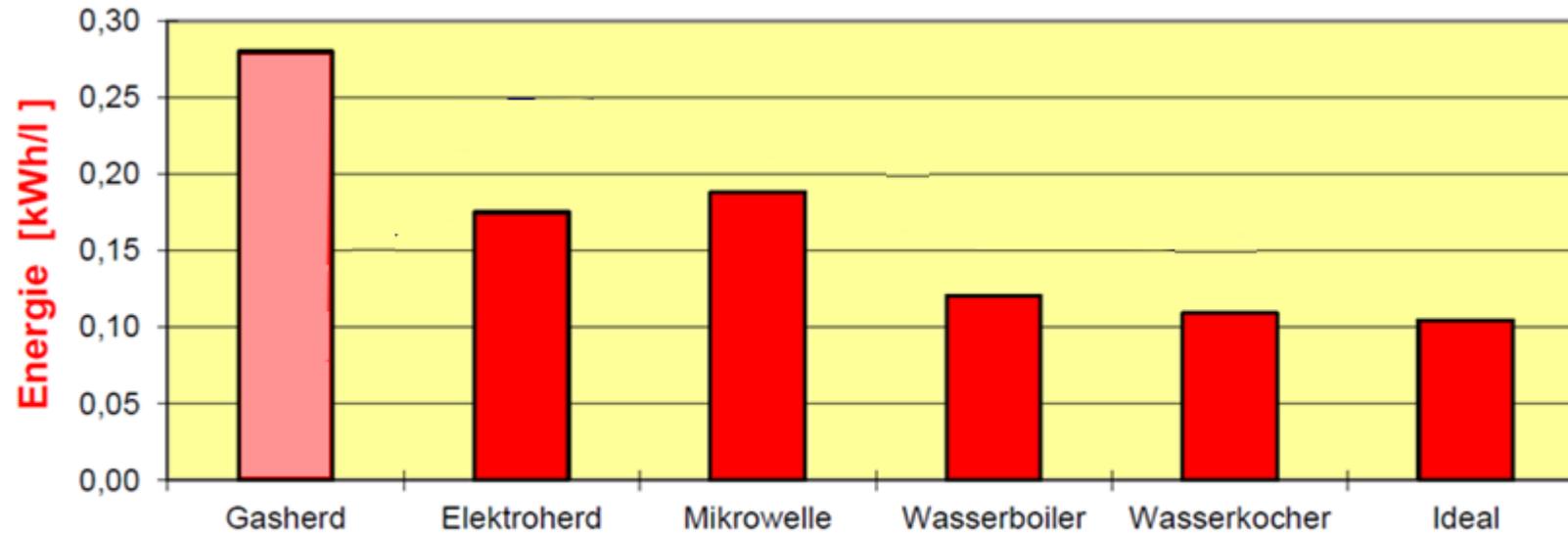
Wasserkocher



- Sorgsamer und sparsamer Verbrauch

Endenergie – Energiebedarf

Energiebedarf für 1 Liter kochendes Wasser



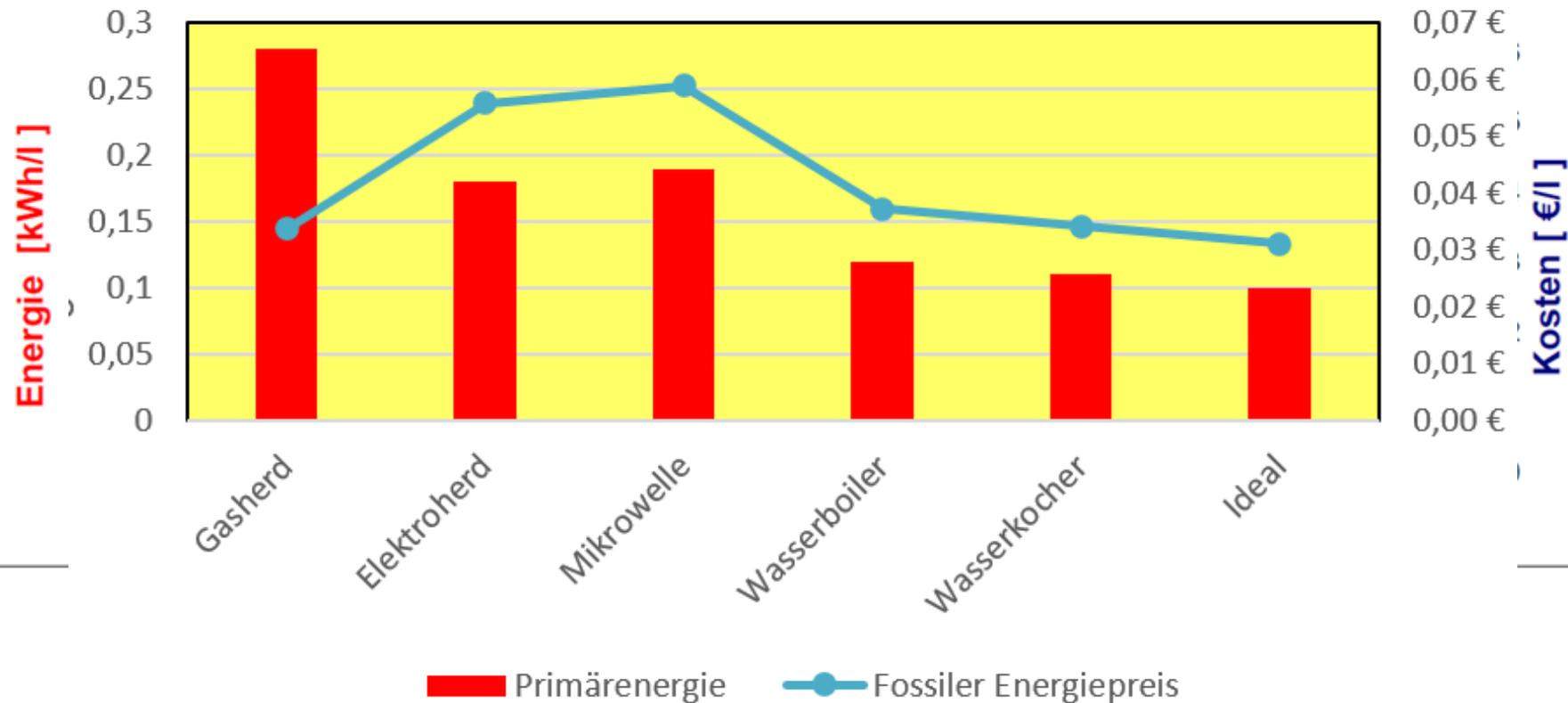
Quelle:
Kruppa 2019
Stiftung Warentest

- Sorgsamer und sparsamer Verbrauch

Endenergie – „Verbraucherrechnung“

Gas 0,12 €/kWh und Strom 0,31 €/kWh

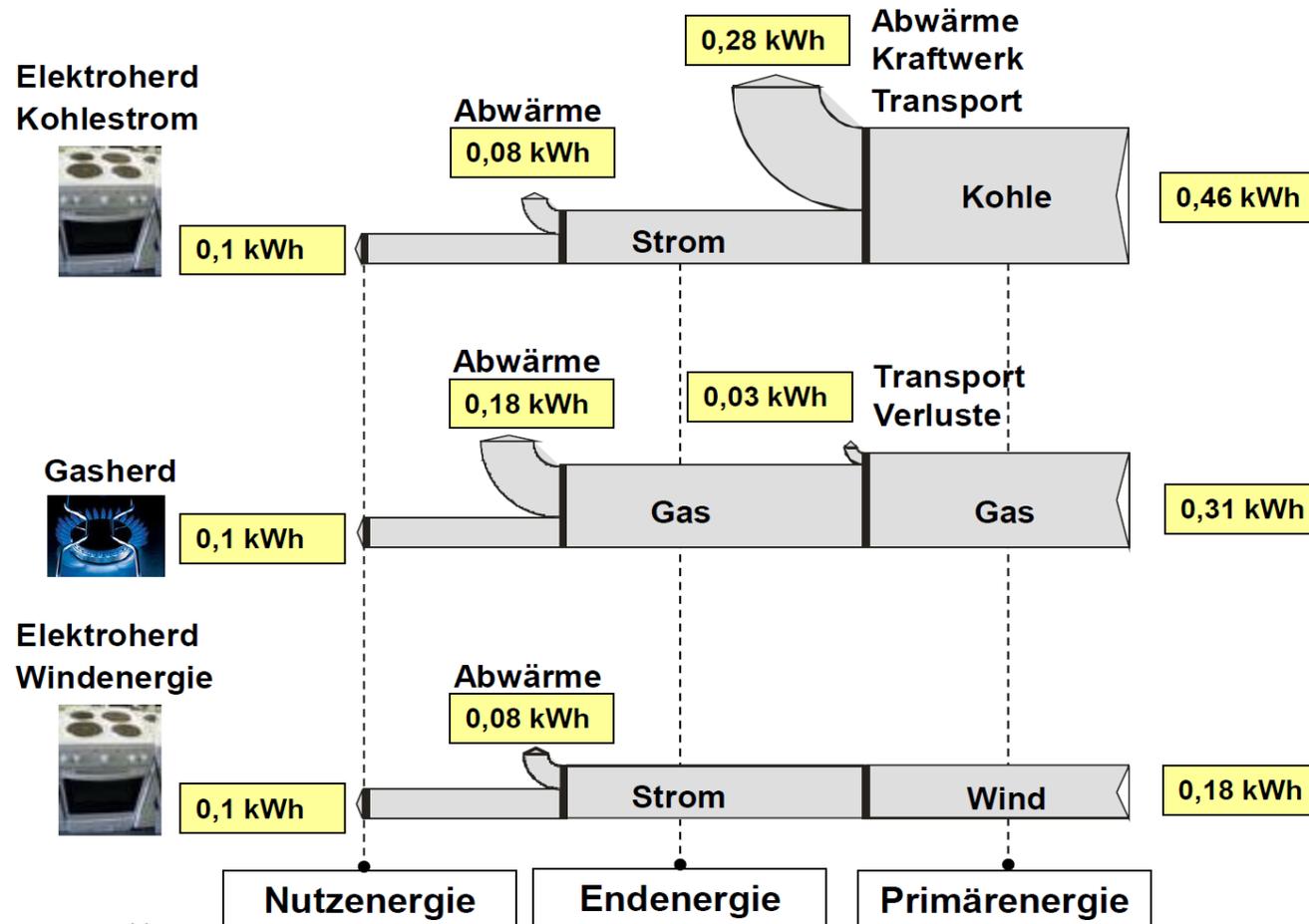
Energiebedarf und Kosten für 1 Liter kochendes Wasser



Quelle: Kruppa 2019, Stiftung Warentest

• Sorgsamer und sparsamer Verbrauch

Nutzenergie / Endenergie / Primärenergie



Quelle: Kruppa 2019

● Sorgsamer und sparsamer Verbrauch

Energie – korrekter Vergleich

- Energieverbrauch zum Kochen von 1L Wasser
- Kosten / Wirtschaftlichkeit



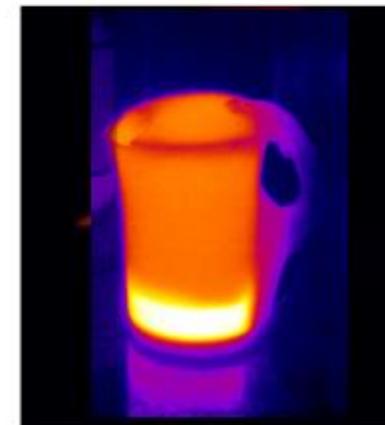
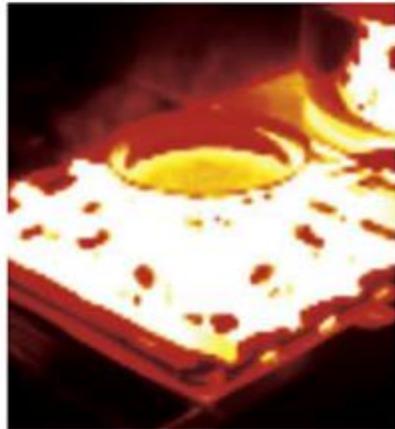
Gasherd



Elektroherd

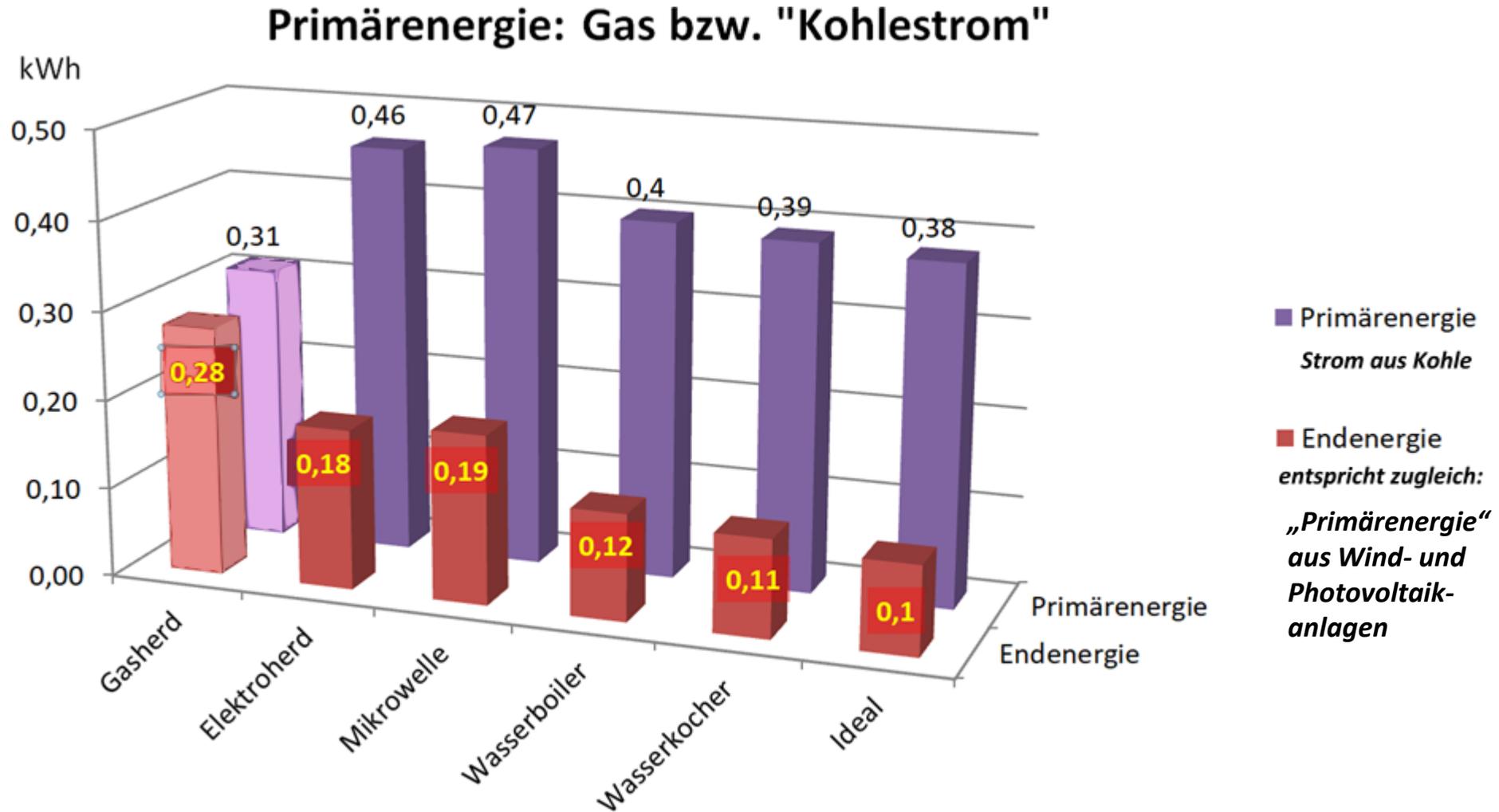


Wasserkocher



Quelle: Kruppa 2019

- Sorgsamer und sparsamer Verbrauch

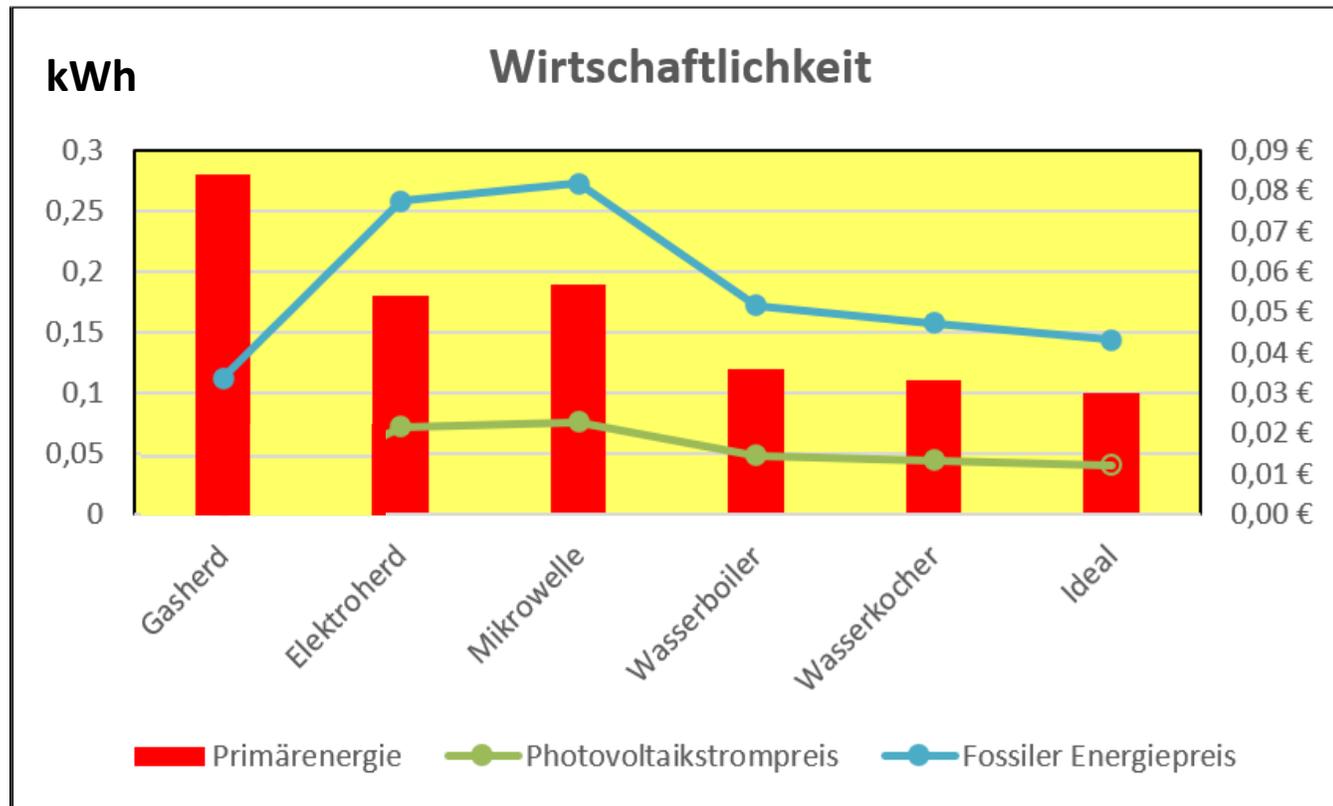


Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

- Sorgsamer und sparsamer Verbrauch

Endenergie – „Verbraucherrechnung“

Gas und Strom aus Kohlekraftwerk, sowie Strom aus eigener Photovoltaik



Gaspreis 0,12 €/kWh

fossiler Strompreis 0,31 €/kWh

Photovoltaikstrom vom Dach 0,12 €/kWh

- Sorgsamer und sparsamer Verbrauch

Möglichst Photovoltaikstrom nutzen.

Eigenes Dach, Solaranlage kaufen oder mieten (kostet monatlich weniger als der Strombezug),

Mieterstrom, Balkonmodul

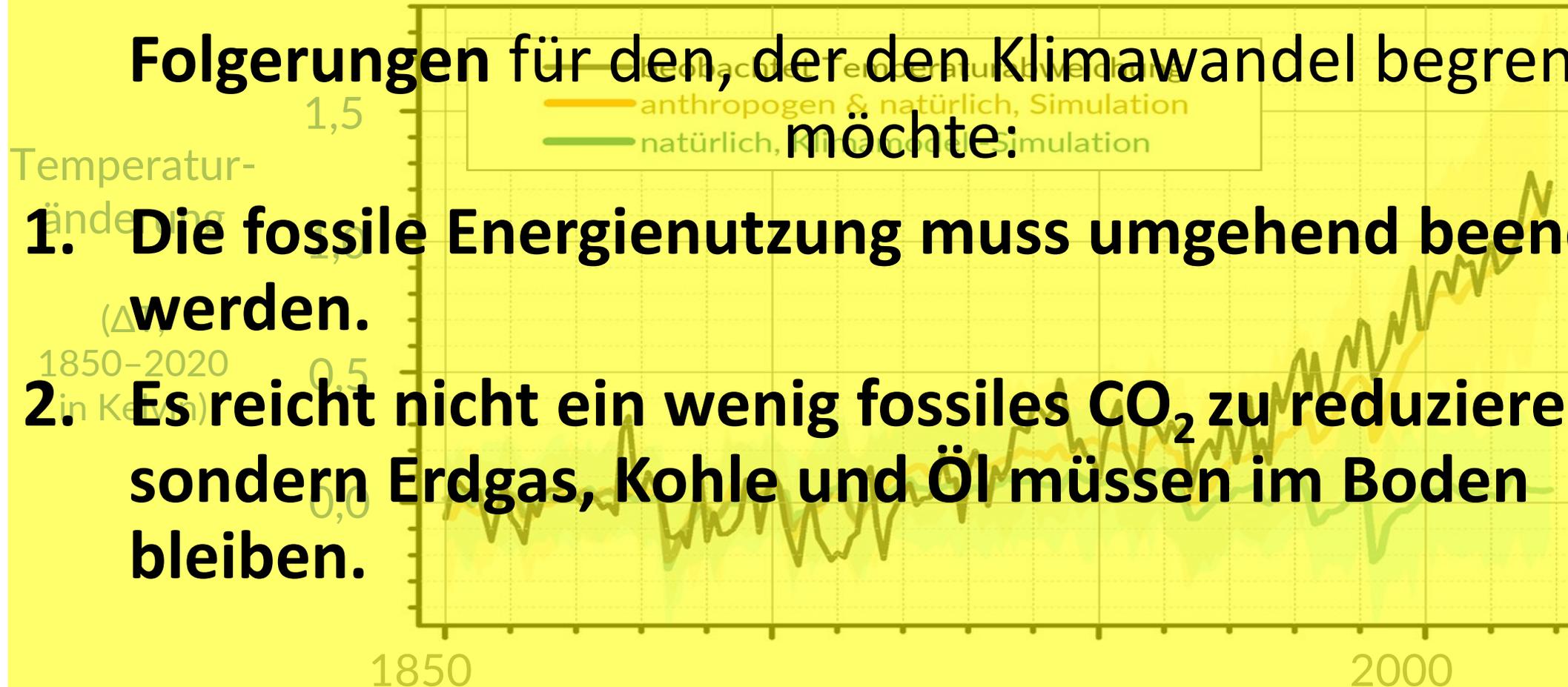
Nachbarn, Freunde, Familienangehörige und Vermieter „anstiften“ in Photovoltaik zu investieren.

Voraussetzungen

Der Temperaturanstieg lässt sich auf den Einfluss des Menschen durch Emission von Treibhausgasen zurückführen

Folgerungen für den, der den Klimawandel begrenzen möchte:

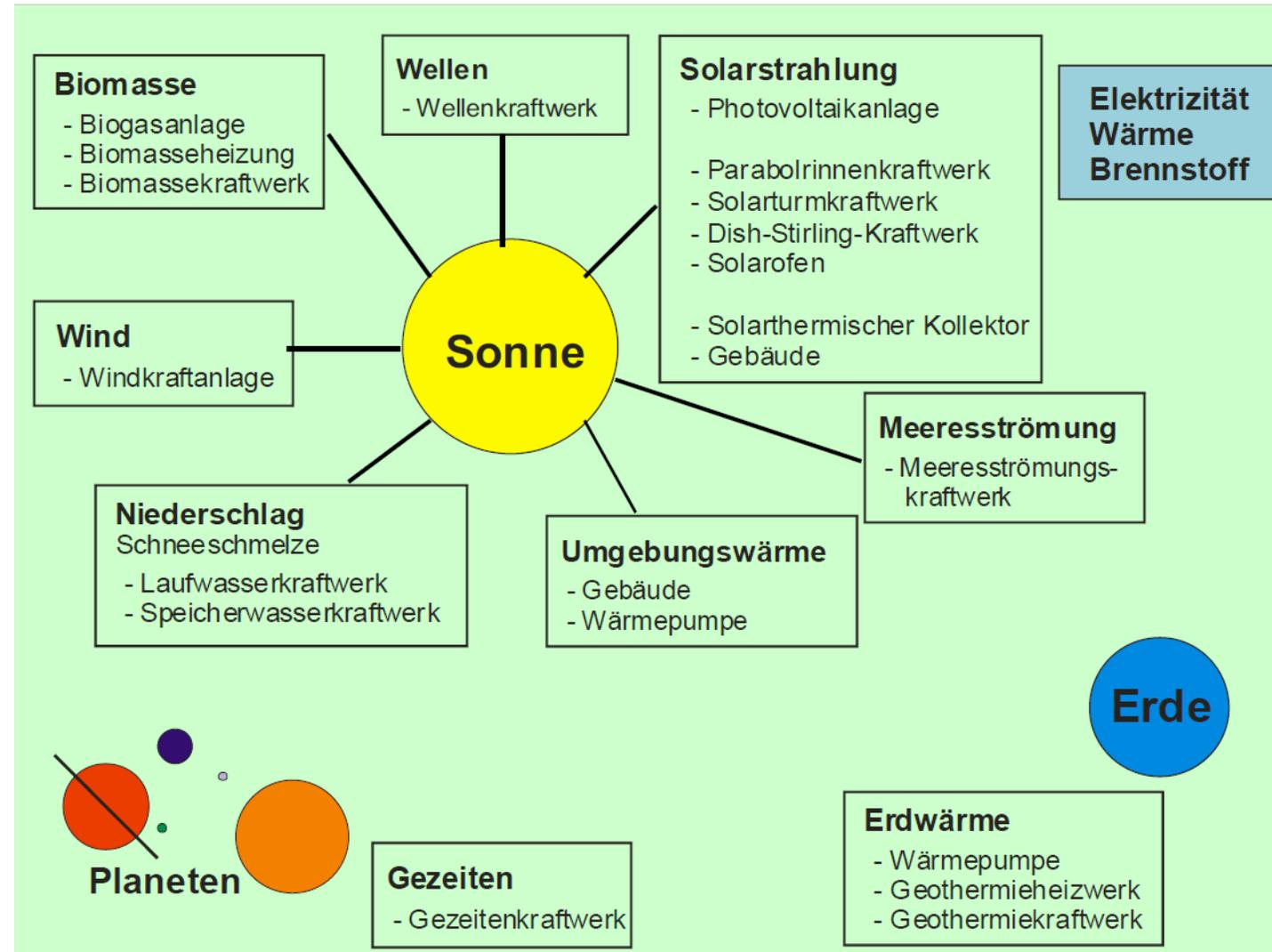
- 1. Die fossile Energienutzung muss umgehend beendet werden.**
- 2. Es reicht nicht ein wenig fossiles CO₂ zu reduzieren, sondern Erdgas, Kohle und Öl müssen im Boden bleiben.**



Voraussetzungen

Konsequenzen: zwei Maßnahmen

- **Fossilen Energieverbrauch vermindern/unterlassen**
- **Aufbau und Ausbau solarer Energiequellen**
- **Im Blick auf Häuser Photovoltaik und Umgebungswärme**



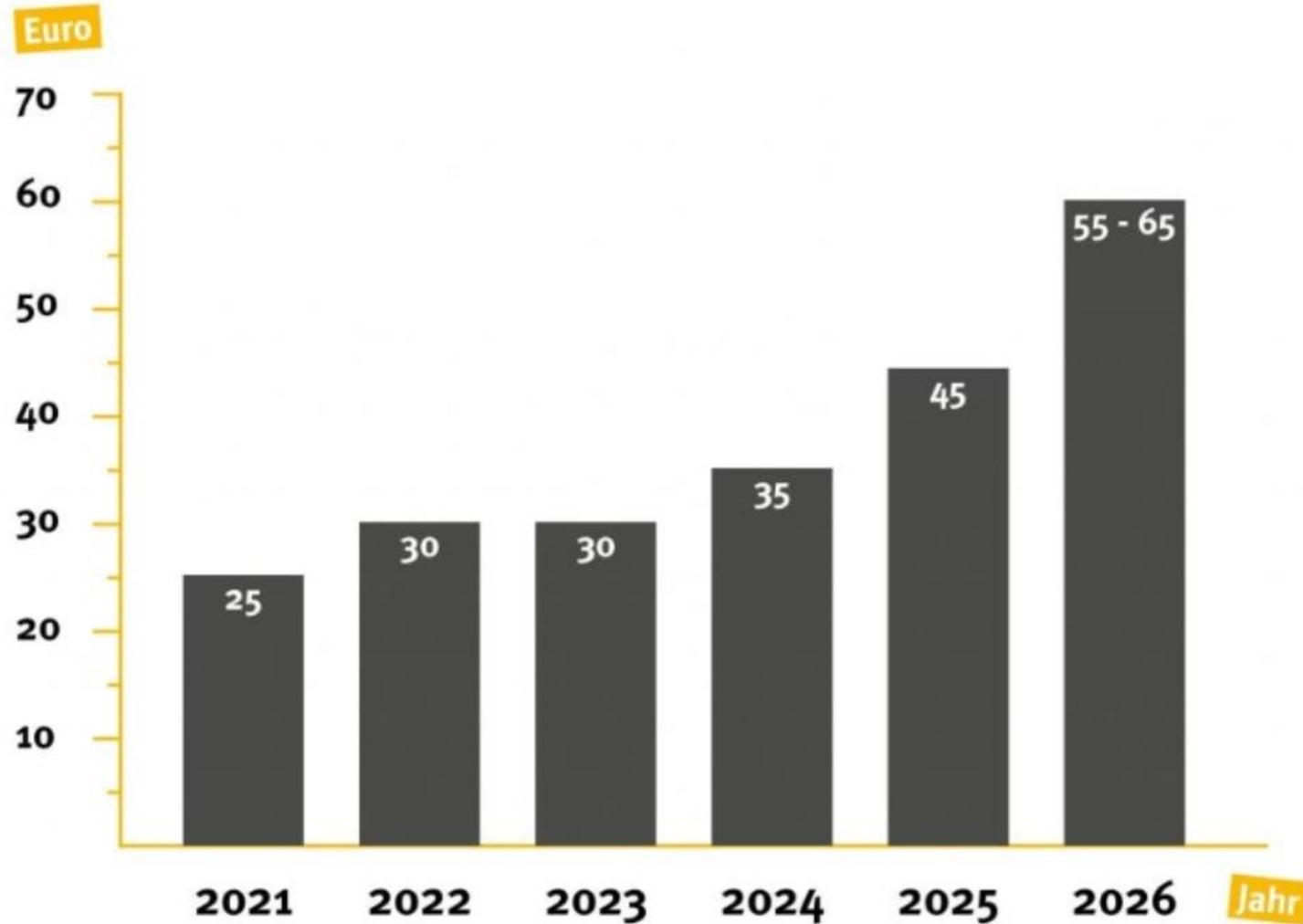
Quelle: Kruppa 2019

Voraussetzungen

Das zweite Motiv für energetische Sanierungen im Gebäudebestand sind die steigenden Energiekosten.

Der Weltmarktpreis wird voraussichtlich nicht mehr unter den Stand vor dem Ukrainekrieg fallen und die Europäische Union wie der Bundestag haben beschlossen, dass der CO₂ Preis sukzessive ansteigt.

Entwicklung des - Preises



©Verbraucherzentrale NRW

Das z
Gebä

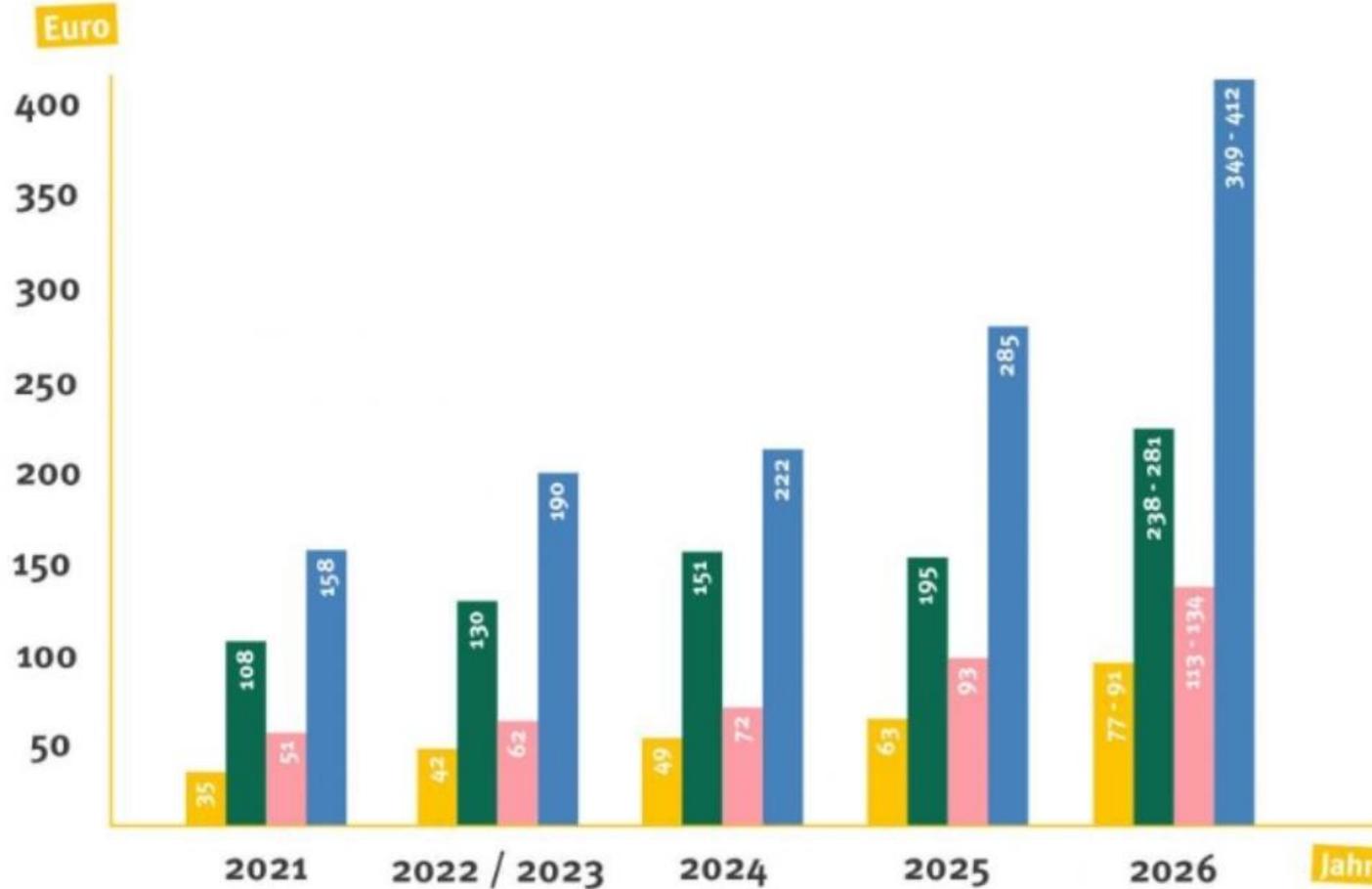
Der V
unter
und
besch

m
ten.

hr

oen
gt.

Mehrkosten durch CO₂-Preis im Einfamilienhaus



zusätzliche Heizkosten durch CO₂-Preis (inkl. MwSt.):

● Erdgas: KfW 70 Haus: 6.500 kWh/Jahr

● Erdgas: wenig saniertes EFH: 20.000 kWh/Jahr

● Heizöl: KfW 70 Haus: 650 l/Jahr

● Heizöl: wenig saniertes EFH: 2.000 l/Jahr

©Verbraucherzentrale NRW

Das z
Gebä

Der V
unte
und
besch

m
ten.

hr

ben
t.

5 Tipps für die wichtigsten Maßnahmen eines energetischen Sanierungskonzeptes im Gebäudebestand.

1. Dämmung

2. Photovoltaik

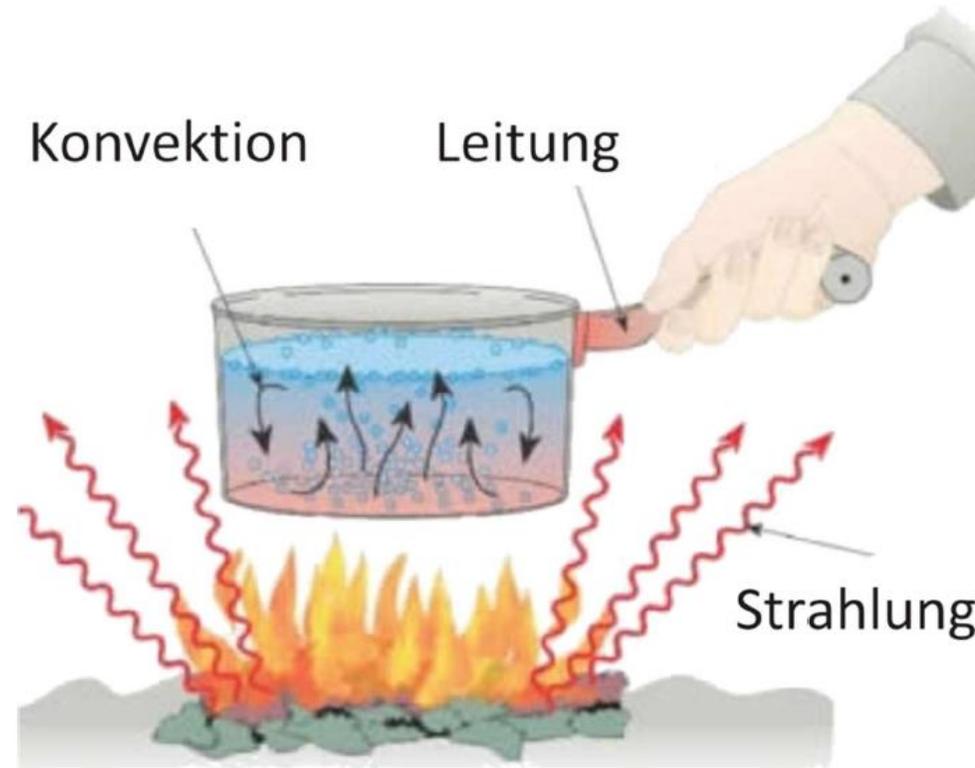
3. Wärmepumpe

4. Flächenheizungen

5. Lüftung

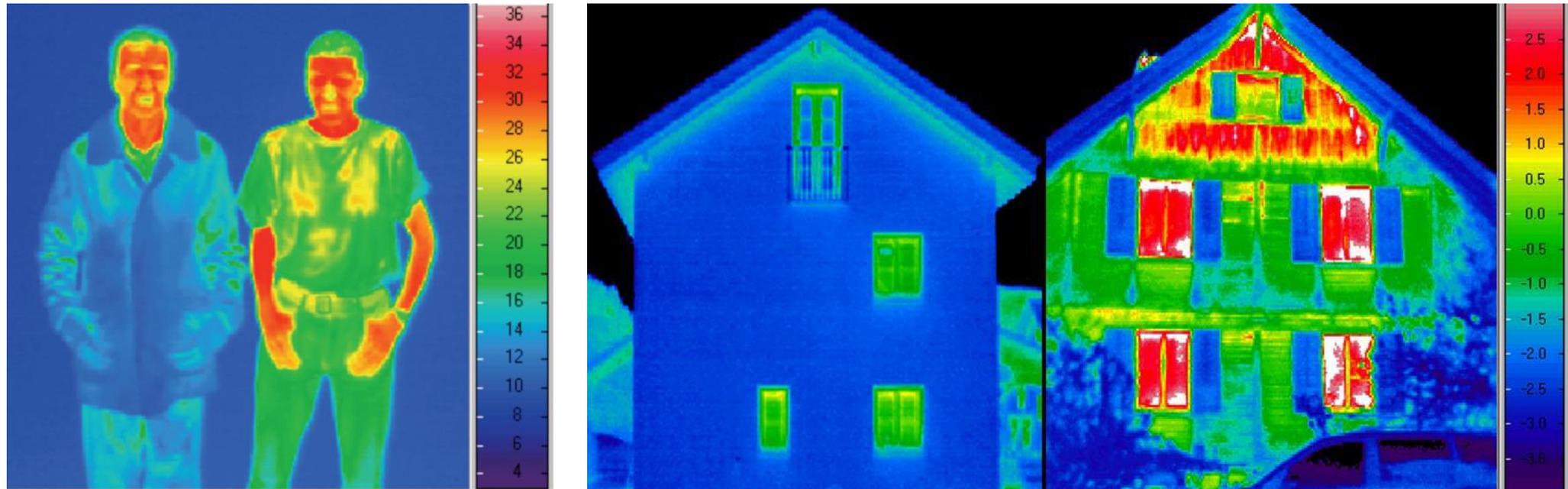
- Entgegen der weitverbreiteten Meinung ist die Nutzung regenerativer Energietechnik bereits heute die preiswerteste Art, Gebäude zu heizen.

1. Tipp: Dämmung

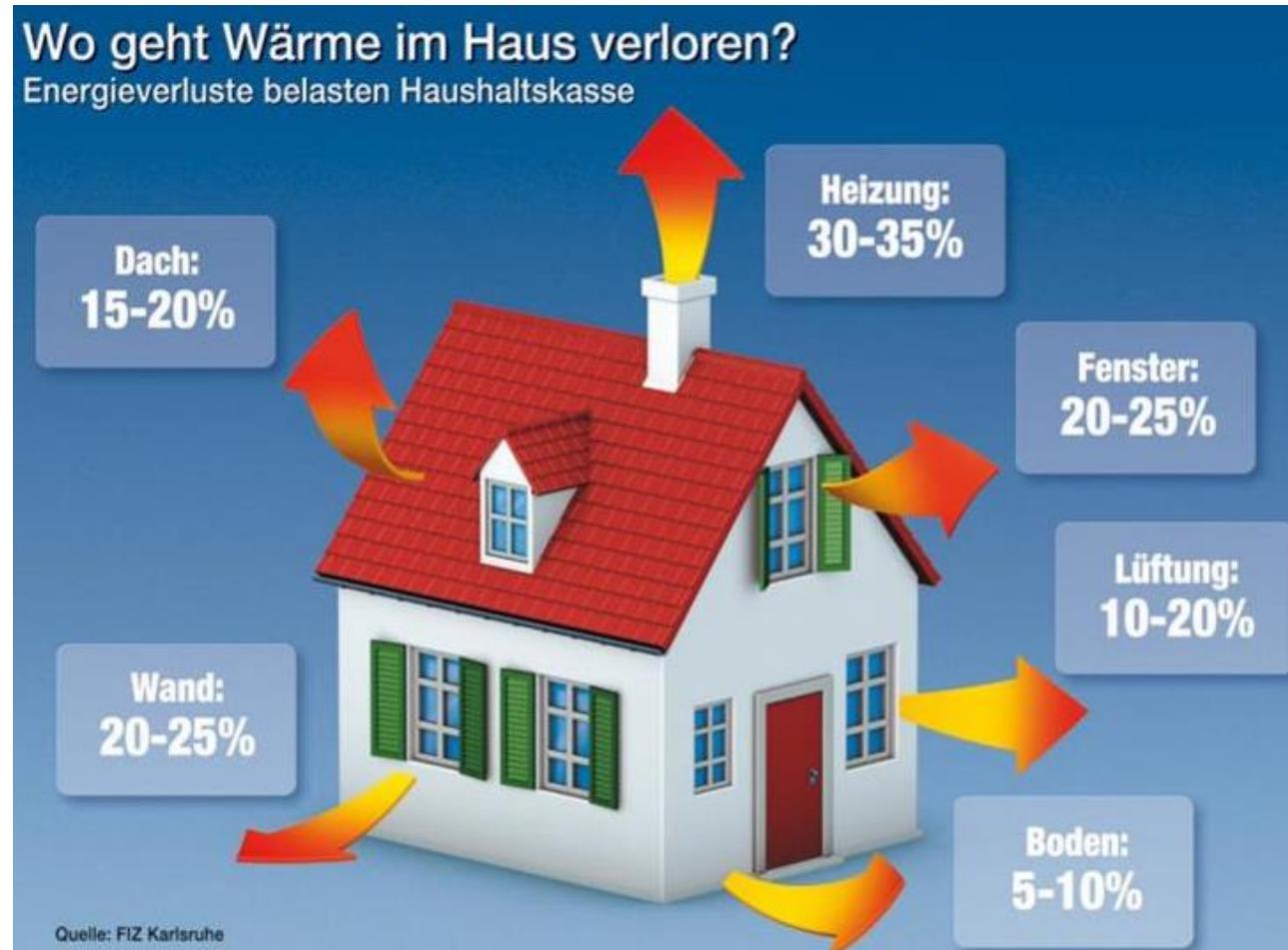


1. Tipp: Dämmung

Thermographie macht die Außentemperatur eines Körpers sichtbar und zeigt die Wärmeverluste auf.



1. Tipp: Dämmung



Wärmeverluste im Einfamilienhaus mit einem Baujahr vor 1995, Quelle: <https://www.baulinks.de/webplugin/2010/1212.php4>

a) Dämmung der Außenwände

Möglichst Außendämmung; (selbst Fassadenphotovoltaik hilft.) Wenn Denkmalschutz, Architektur etc. es notwendig erscheinen lassen, ist auch eine Innendämmung der Außenwände heute kein ernsthaftes Problem mehr.

a) Dämmung der Außenwände

b) Dach

Bereits seit 2002 muss bei einem Eigentümerwechsel geprüft werden, ob das Dach isoliert werden muss. Dabei gibt es zwei Varianten. Handelt es sich um ein sogenanntes Kaltdach, wird die oberste Geschossdecke gedämmt. Handelt es sich um ein geschlossenes und/oder ausbaufähiges Dach, wird in der Regel eine Dachsparrendämmung vorgenommen. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Dachbalken und die übrige Holzkonstruktion dauerhaft vor stehender Feuchtigkeit geschützt sind. Durch Dachdämmungen sind Energieeinsparungen von bis zu 15% möglich.

a) Dämmung der Außenwände

b) Dach

c) Fenster

Austausch von alten Fenstern und Eingangstüren gegen moderne Dreifachverglasung. Auch hier sind 10%-15% Energieeinsparung möglich.

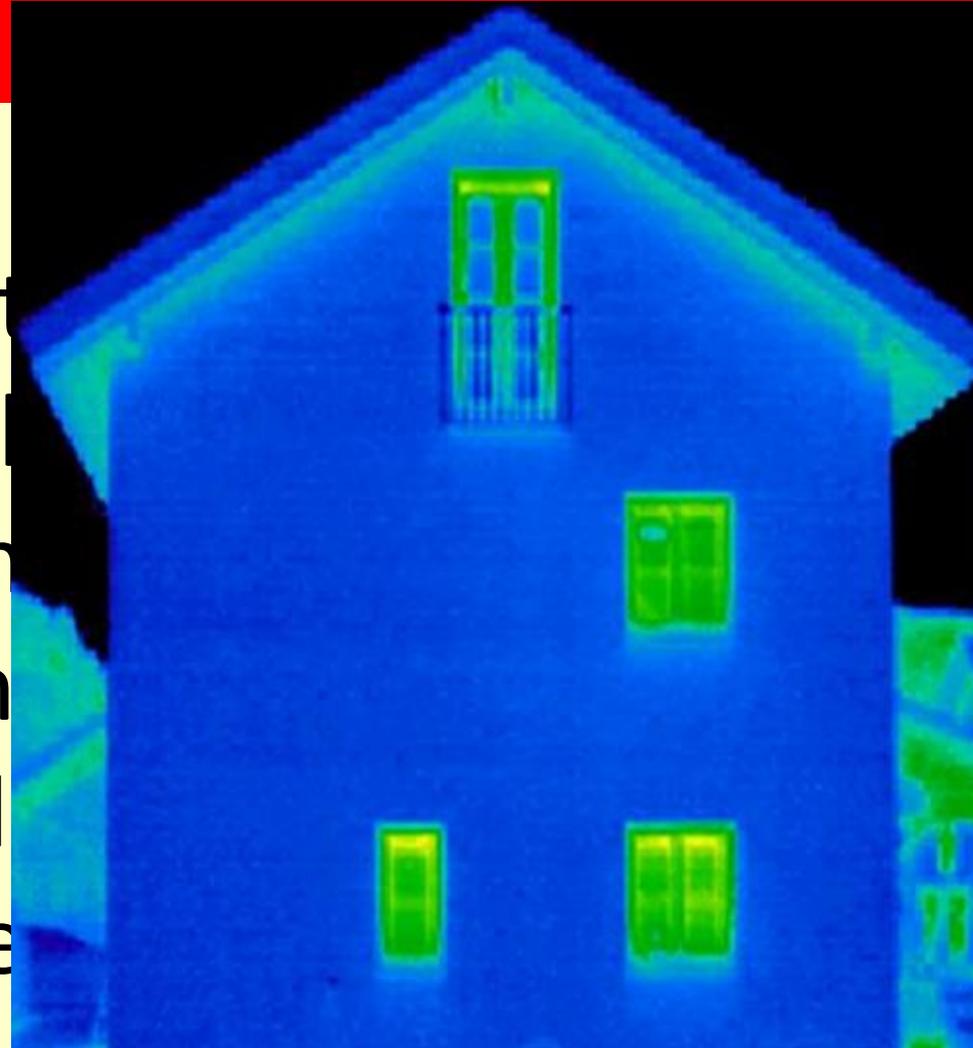
Achtung Dreifachverglasung ist schwer. Deshalb werden Fensterrahmen dicker und der Lichteinfall reduziert sich. Falls gar nichts geht, helfen auch Folien.

a) Dämmung der Außenwände

b) Dach

c) Fenster

Austausch von alten
moderne Dreifach
Energieeinsparung
Achtung Dreifach
Fensterrahmen d
Falls gar nichts ge



ngstüren gegen
sind 10%-15%

Deshalb werden
all reduziert sich.

Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

Wirtschaftlichkeit/Amortisationsdauer von Fassaden-Dämmmaßnahmen bei Gaspreis von 0,1 €/ kWh

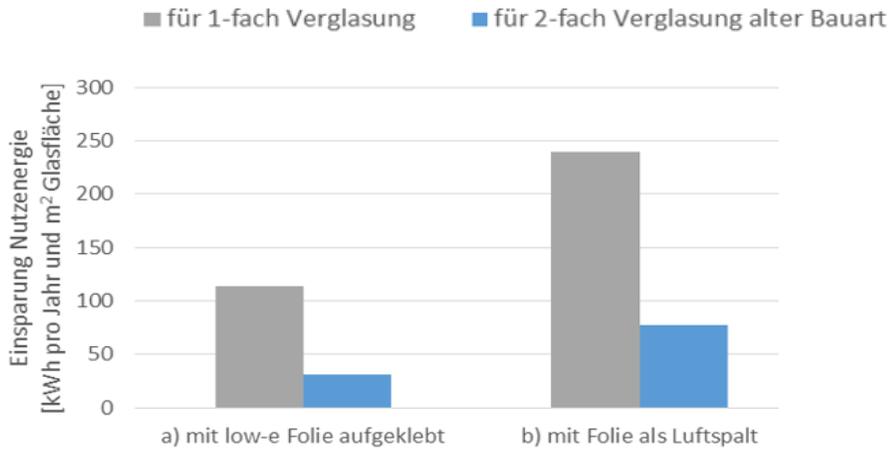
Wärmeverlust eines Gebäudes		100 kWh/m ² a	150 kWh/m ² a	200 kWh/m ² a	300 kWh/m ² a
	<i>Investition</i>				
Kerndämmung	25 bis 60 €/m ² .	12 – 30 a	8 – 20 a	5 – 15 a	4 – 10 a
Wärmedämmverbundsystem (WDVS)	140 bis 170 €/m ² .	70 - 85 a	47 – 57 a	35-43 a	23 - 28 a
„hinterlüftete“ Vorhangfassade	150 bis 250 €/m ²	75 – 125 a	50 – 83 a	38 -63 a	25 – 41 a

Quelle für Investition abgerufen am 30.9.23 : <https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/daemmung/fassadendaemmung/>

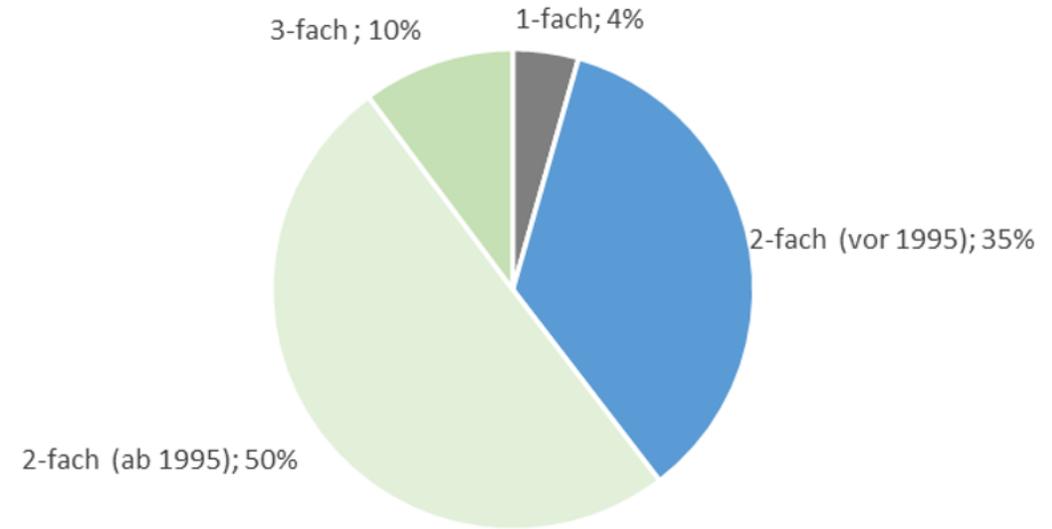
Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

Tipp für Mieter und Bastler: Fensterfolien

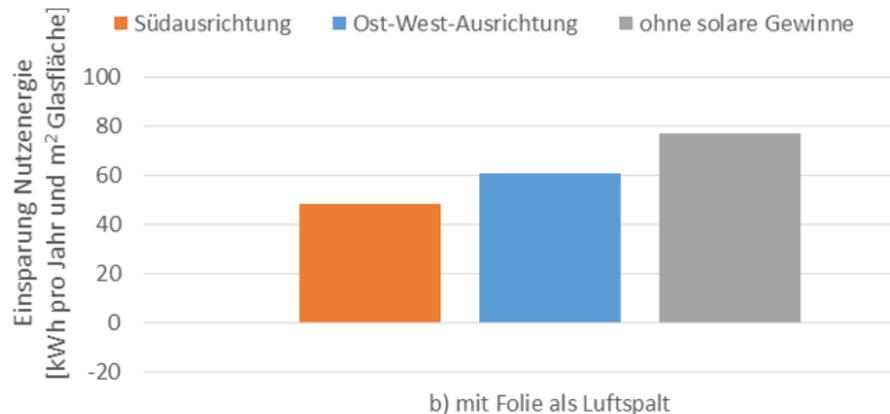
Einsparungen ohne Berücksichtigung verminderter solarer Gewinne



Verglasungsarten im Gebäudebestand (Stand 2016)



Zweifach-Verglasung alter Bauart



Einsparung zwischen 4 und 20 €/m²a Fensterfläche

Folienkosten: <5 €/m²

Quelle: S4F, Energie sparen mit Fensterfolien, Hartmut Ehmler, u.a..

2. Tipp: Photovoltaik

Ein Großteil der Stromproduktion wird zukünftig lokal erzeugt werden, weil es preiswert ist.
Aber wofür?

1. Grundlast der Wohnung/ des Hauses	Stecker fertiges Solarmodul (auch Balkonmodul genannt)
2. Haushaltstrom	4000 kWh/a kleine Dach oder Fassadenanlage.
3. Wärmepumpe	plus 2000 bis 6000 kWh/a
4. Mobilität	plus 1500 bis 2000 kWh / 10000 km
5. Öffentlicher Bedarf	XXL
Summe	> 7500 bis 12000 kWh/a

Welches Ziel/Konzept haben Sie?

Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

Verein zur Förderung der Verkehrs-, Mobilitäts-, Versorgungs- und Energiewende Marburg West Sammelbestellung Balkonmodule

Produktflyer Steckersolar-Gerät 2023



Komplettpaket 300 oder 800 Watt

Steckersolar-Gerät als Paket mit

- 1 Solarmodul 380 Wp oder 2 Solar-
module 380 Wp bei 800 W
(25 Jahre Leistungs- und 15 Jahre Produktgarantie)
- 1 Mikrowechselrichter Hoymiles HM-
300 ohne WLAN 300 Watt (mit Betteri-
Kupplung und Blindstecker, 10 Jahre Produktgarantie)
- Dazu optional 1 Zubehör Shelly Plug S zur
Messung der Einspeiseleistung per App
- 1 Mikrowechselrichter HOYMILES
HMS-800-2T EU 800 Watt mit WLAN
(mit HM-Connector, 10 Jahre Produktgarantie)

PV-Leistung	Jahresertrag*	Ersparnis/Jahr**
380 oder 760 Wp	bis zu 360/720 kWh	bis zu 120/245 €

*Computersimulation PV.Rechner der Energieagentur NRW für Südhessen bei Südausrichtung

** basierend auf Arbeitspreis Strom von (nur) 33 ct/kWh brutto bei kompletter Eigennutzung

Preis: 259 / 479 €[#]) brutto je Steckersolar-Gerät, versandkostenfrei

**Jetzt mit PV-Modulen
aus Deutschland**

*) Preisstand: 13.09.2023, gilt im Umkreis von 50 km um Griesheim, bis 120 km + 2 €/PV-Modul, bis 250 km + 4 €/PV-Modul; Lieferzeit z.Z. ca. 1/2 Monat nach Aktionsende an Initiative bei zügiger Bezahlung; Änderungen von Technik und Preisen möglich

Zuschuss der Stadt Marburg 0,5 €/W
maximal 50% der Kosten.
Stadtpassinhaber erhalten bis zu
85% Förderung.

Gesamtkosten liegen unter 200 €
Nach 2 Jahren dauerhaft
„kostenloser Strom“ vom „Balkon“.

**Gestehungskosten je nach
Eigenverbrauch
zwischen 3 und 10 Cent/kWh**

Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

Verein zur Förderung der Verkehrs-, Mobilitäts-, Versorgungs- und Energiewende Marburg West Sammelbestellung Balkonmodule

Produktflyer Steckersolar-Gerät 2023

Komplettpaket 300 Steckersolar-Gerät

- 1 Solarmodul 380 Wp
- 1 Mikrowechselrichter 300 ohne WLAN
- Dazu optional 1 Zählermessung der Einspeisung
- 1 Mikrowechselrichter HMS-800-2T EU

PV-Leistung	Jahresertrag*
380 oder 760 Wp	bis zu 360/720 kWh

*Computersimulation PV.Rechner der Energieagentur NRW für Südh
** basierend auf Arbeitspreis Strom von (nur) 33 ct/kWh brutto bei kon

Preis: 259 / 479 €[#] brutto je Steckersolar-Gerät

Jetzt mit PV-Modulen aus Deutschland

*) Preisstand: 13.09.2023, gilt im Umkreis von 50 km um Griesheim; bis 120 km + 2 €/PV-Modul, bis 250 km + 4 €/PV-Modul; Lieferzeit z.Z. ca. 1/2 Monat nach Aktionsende an Initiative bei zügiger Bezahlung; Änderungen von Technik und Preisen möglich



Infos zur Sammelbestellung

Zuschuss der Stadt Marburg 0,5 €/W

maximal 50% der Kosten.

Stadtpassinhaber erhalten bis zu 50% Förderung.

Gesamtkosten liegen unter 200 €
nach 2 Jahren dauerhaft
„kostenloser Strom“ vom „Balkon“.

Investmentkosten je nach

Eigenverbrauch

zwischen 3 und 10 Cent/kWh

Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

Potentiale feststellen:

Erste Einschätzung mit dem **Solarkataster Hessen** (über Suchmaschine leicht zu finden)

The screenshot displays the Solar-Kataster Hessen website. The background is a solar potential map of a residential area, with a green rectangle highlighting a specific building. Overlaid on the map is a window titled "Wirtschaftlichkeitsrechner Photovoltaik" (PV Economic Calculator). The calculator is divided into several sections:

- Anlagenleistung** (System Performance): Includes fields for roof area (Teilfläche 1: 61 m², Teilfläche 2: 45 m²), module area (70 m² and 51 m²), tilt (29°), and orientation (Ost-Süd-Ost and West-Nord-West).
- Eigenverbrauch** (Self-consumption): Includes fields for electric vehicle range (0 km/year), electricity consumption (20000 kWh/year), consumption profile (Haushalt, du), storage type (ohne Akku-S), net storage cost (0 €), coverage rate (32%), current electricity rate (23.89 Cent/kWh), and electricity price increase (2 %).
- Einnahmen und Kosten** (Income and Costs): Includes start date (September 2), remuneration (7.15 Cent/kWh), and various cost inputs like module price (1030 €/kWp) and net total cost (20394 €).
- Darlehen** (Loan): Includes available equity (4079 €), loan amount (16315 €), KfV-subsidy (0 €), and annual interest rate (2.2 %).

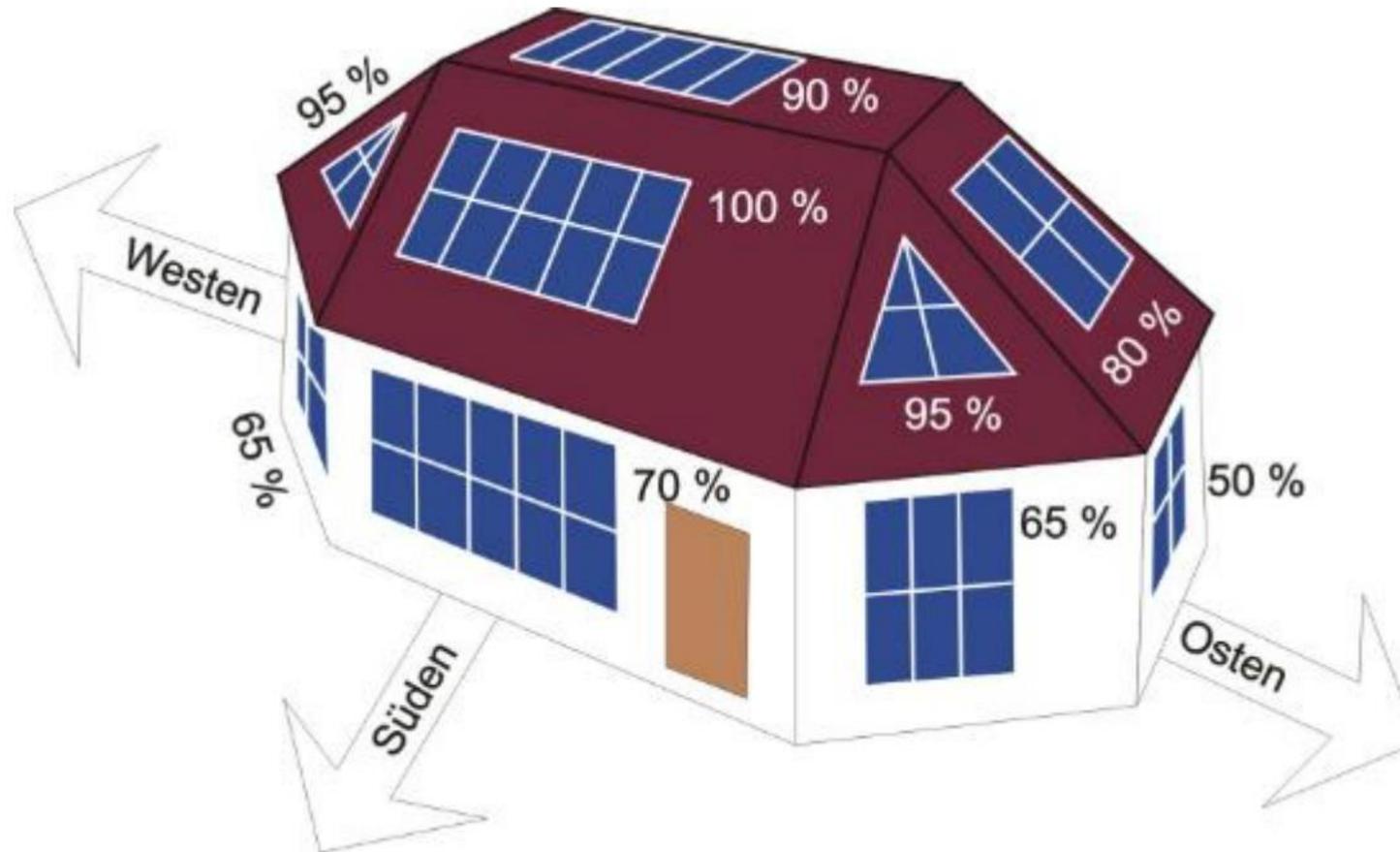
A small popup window titled "Dachfläche" (Roof Area) is also visible, showing calculated potential for two different orientations:

Strahlungsenergie	Neigung	Ausrichtung	Grundfläche
965 kWh/m² pro Jahr	29°	Ost-Süd-Ost	61m²
748 kWh/m² pro Jahr	29°	West-Nord-West	45m²

At the bottom of the calculator window, there is a bar chart showing monthly production (blue), consumption (orange), and coverage (red) over a 12-month period. The URL <https://gpm-webgis-10.de/solarkataster/hessen/> is displayed at the bottom of the map area.

Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

Zweitens: Das Potential von Gebäudeflächen und Probleme der Verschattung beachten



Weitere Potentiale:
Carport,
Terrassendach,
Gartenzaun,
„Solarbaum“

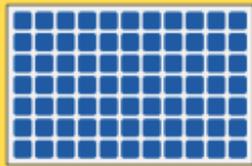
**Autarkiegrad
ohne Batterie
30 bis 50%**

Solaranlage mit Batteriespeicher

jährlicher Test der HTW Berlin - Autarkiegrad 65 bis 75%

System Performance Index SPI (5 kW) und SPI (10 kW)

1. Referenzfall für den System Performance Index SPI (5 kW)



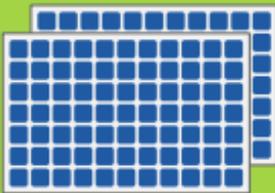
PV-Anlage
(5 kW)

+



Haushalt
(5010 kWh/a)

2. Referenzfall für den System Performance Index SPI (10 kW)



PV-Anlage
(10 kW)

+



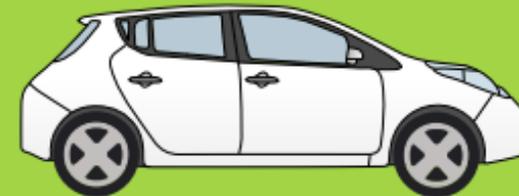
Haushalt
(5010 kWh/a)

+



Wärmepumpe
(2664 kWh/a)

+



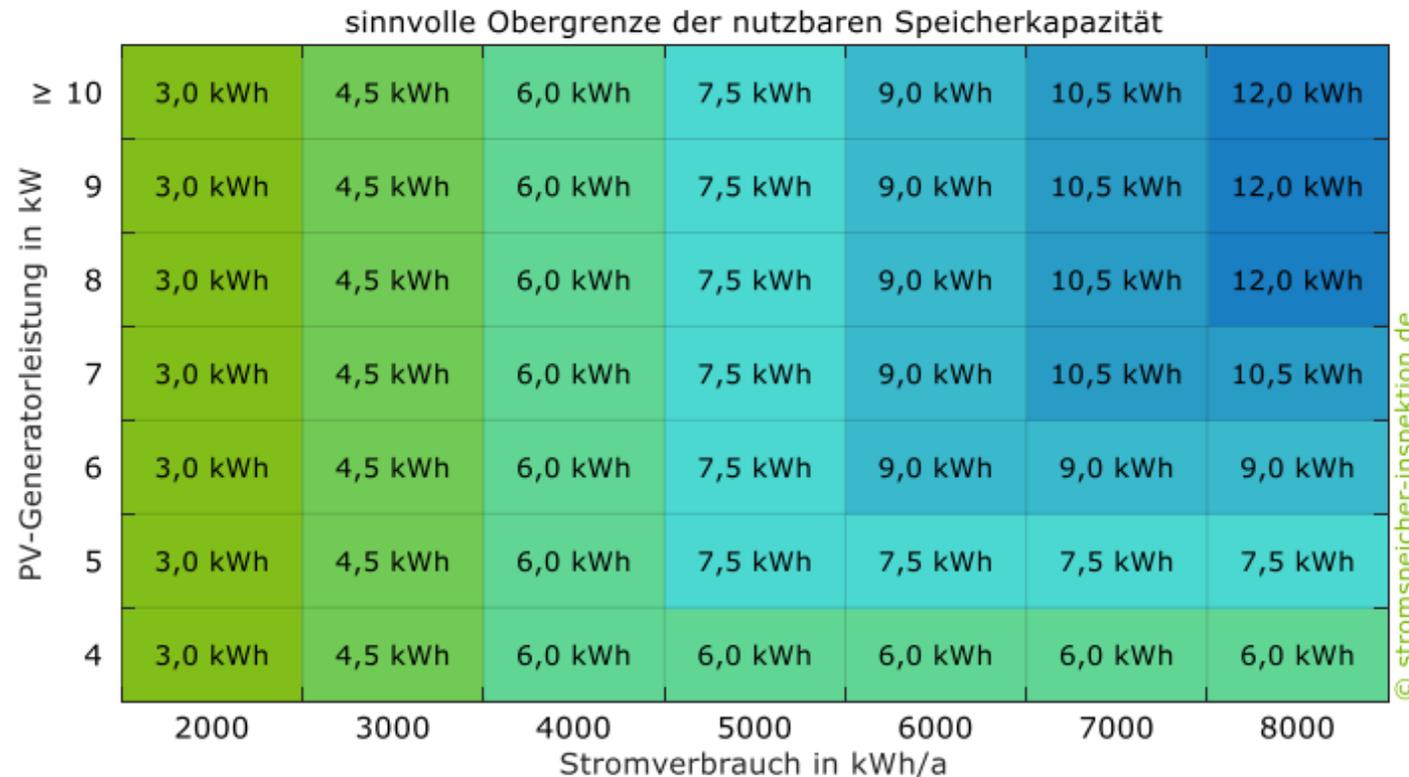
Elektroauto
(1690 kWh/a)

Hinweis: SPI (5 kW) und SPI (10 kW) sind aufgrund der unterschiedlichen Rahmenbedingungen der beiden Referenzfälle nicht vergleichbar. 

Solaranlage mit Batteriespeicher

jährlicher Test der HTW Berlin

Wie groß sollte die nutzbare Speicherkapazität eines Batteriespeichers in Einfamilienhäusern sein?



41

Empfohlene Obergrenze der nutzbaren Speicherkapazität in Einfamilienhäusern. Beispiel: Hat die PV-Anlage eine Leistung von 10 kW und werden 4000 kWh/a in einem Haus verbraucht, sollte die nutzbare Speicherkapazität 6 kWh nicht überschreiten.

Solaranlage mit Batteriespeicher

jährlicher Test der HTW Berlin

5 kW

10 kW

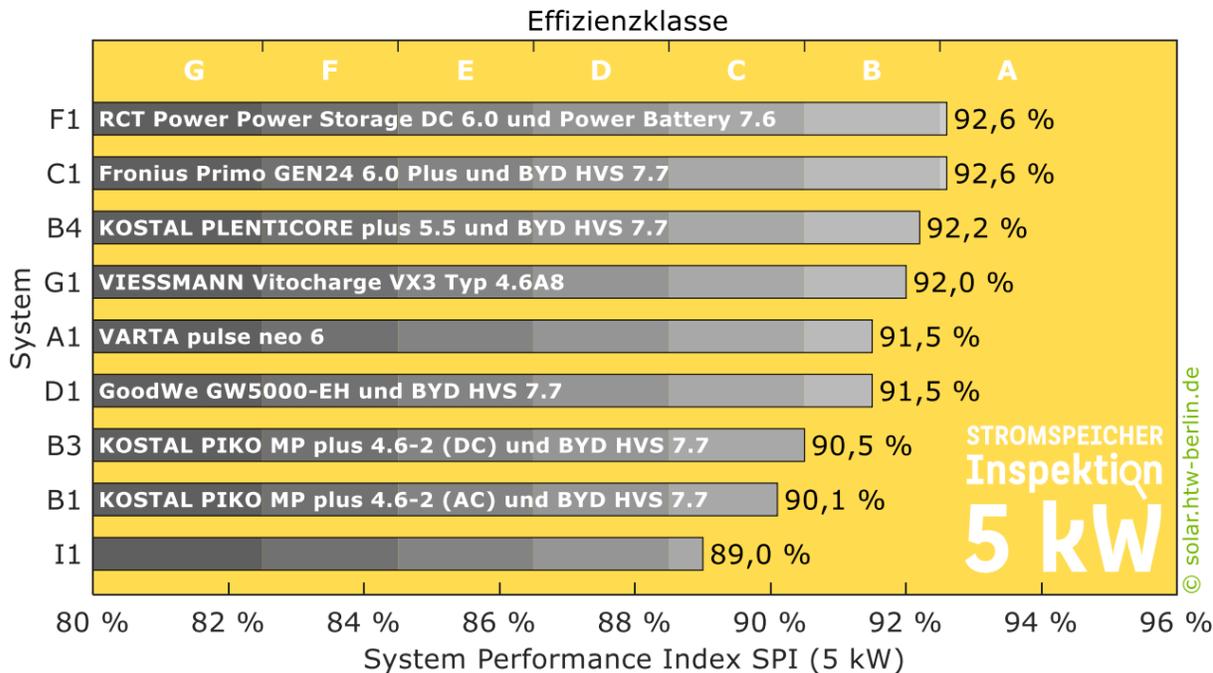


Bild 33 Rangfolge und Effizienzklassen der mit dem SPI (5 kW) bewerteten Systeme unter Berücksichtigung der seit 2023 geltenden Rahmenbedingungen (keine 70%-Einspeisegrenze, Netzbezugskosten 40 ct/kWh und Einspeisevergütung 8 ct/kWh).

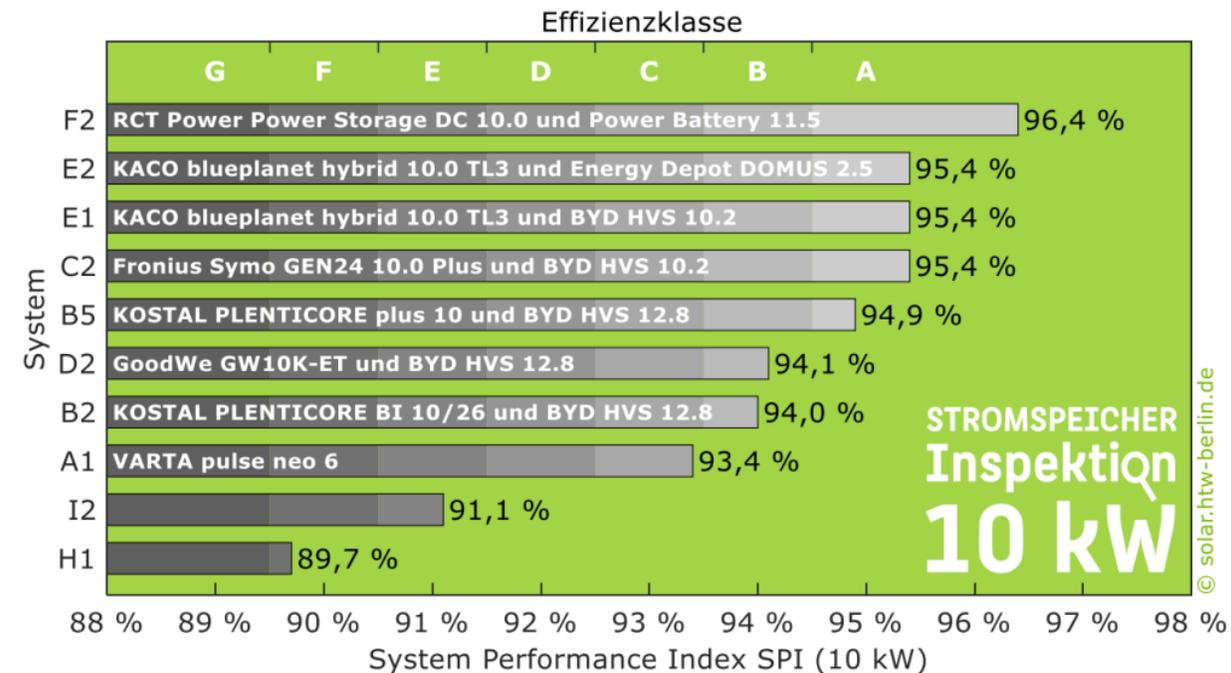


Bild 35 Rangfolge und Effizienzklassen der mit dem SPI (10 kW) bewerteten Systeme unter Berücksichtigung der seit 2023 geltenden Rahmenbedingungen (keine 70%-Einspeisegrenze, Netzbezugskosten 40 ct/kWh und Einspeisevergütung 8 ct/kWh).

Gestehungskosten Photovoltaik - stark vereinfachte Rechnung - Investition / Jahresproduktion * 20 Jahre

PV Anlage		mit Speicher	
4 kWp	10 kWp	4 kWp	10 kWp
		Speicherkapazität	
		4 kWh	10 kWh
5820 €	13400 €	11800 €	25400 €
7,3 Cent/kWh	6,7 Cent/kWh	14,75 Cent/kWh	12,7 Cent/kWh

Quelle „Kosten“ abgerufen am 30.9.23 <https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/photovoltaik/kosten-und-finanzierung/>

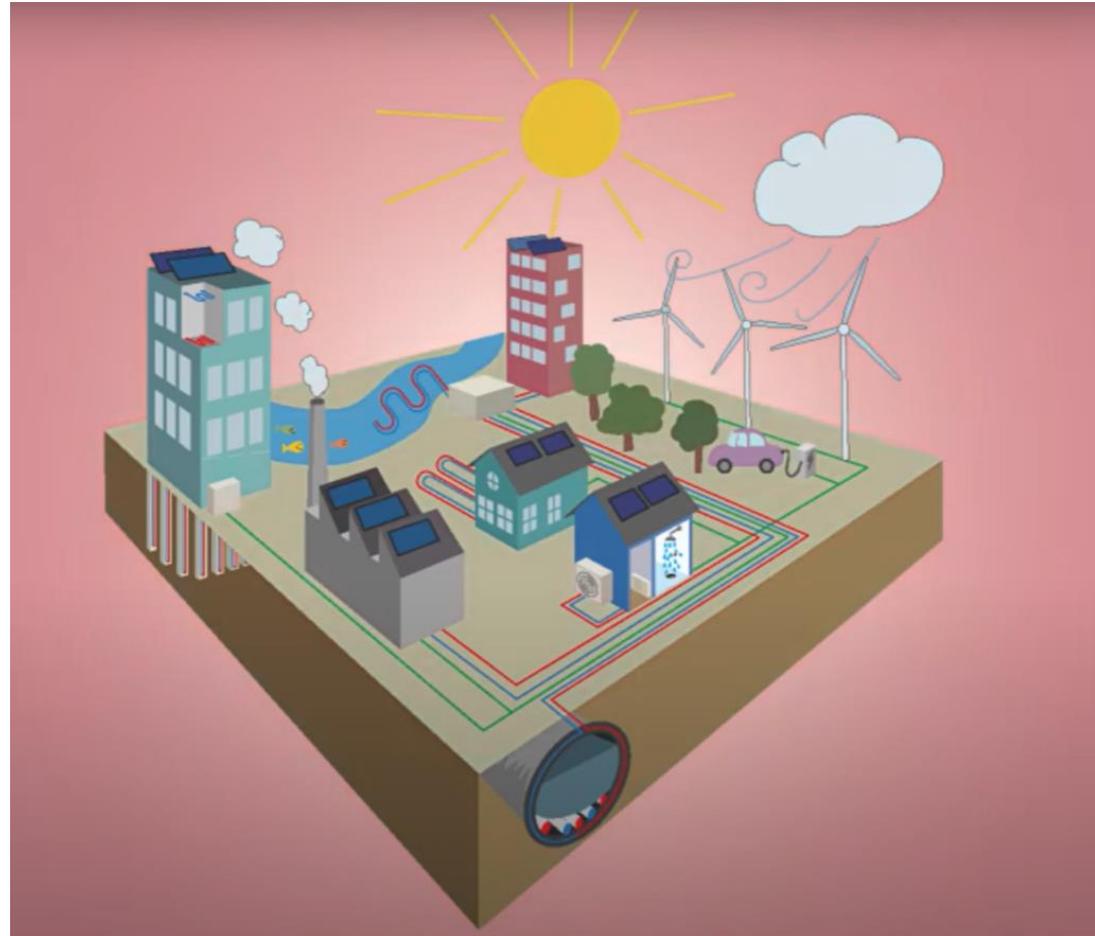
3. Tipp: **Wärmepumpe**

Alternative zu Heizsystemen,
die auf Verbrennungsprozessen beruhen

Folien und Video des
Vortrags auf:
<https://www.uklg.de>



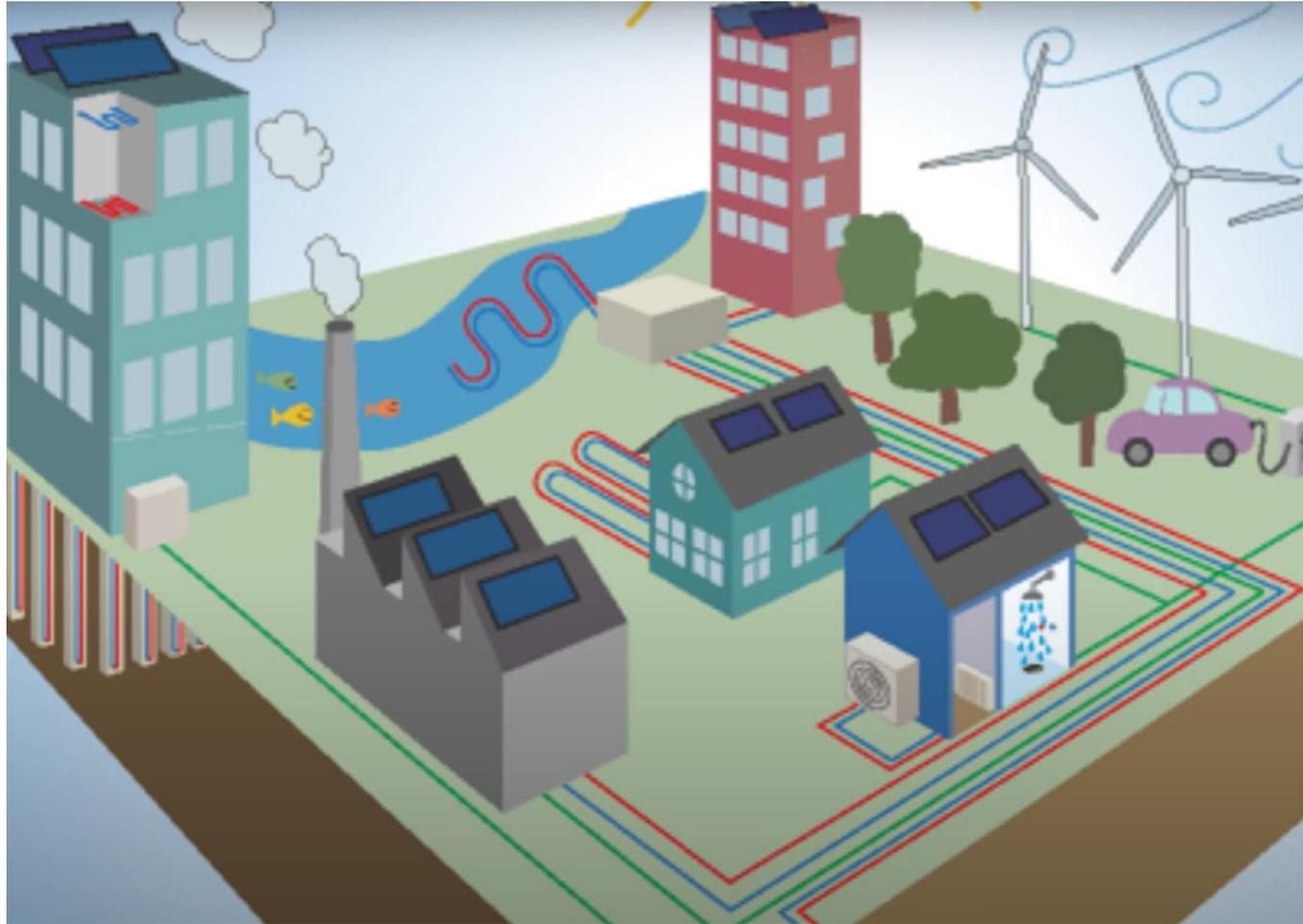
Wie funktionieren Wärmepumpen



**Die Sonne
erwärmt
Luft,
Erdreich
und Wasser**

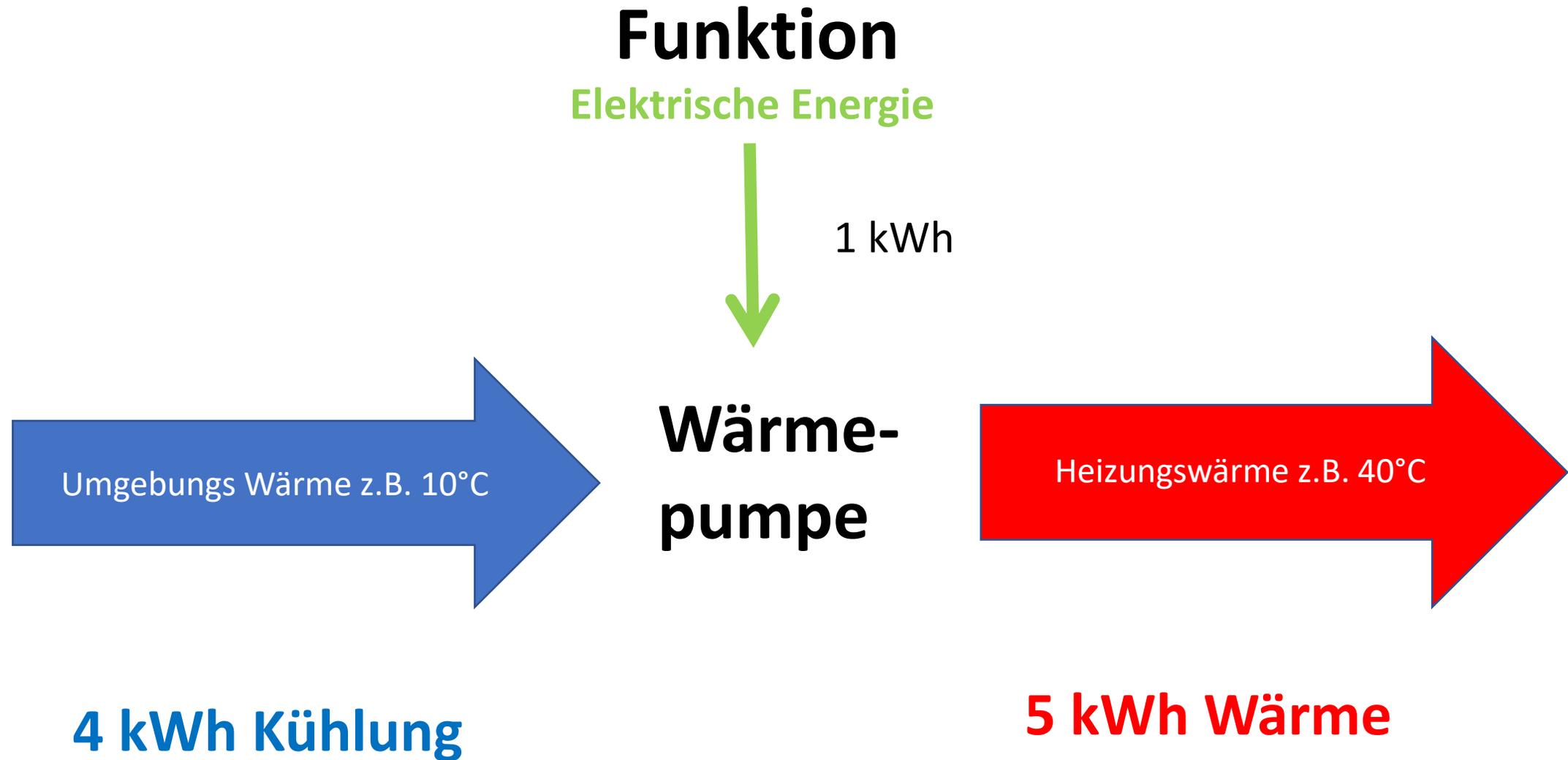
Quelle abgerufen am 12.10.22: <https://www.youtube.com/watch?v=XWrm8wg1GjE>

Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

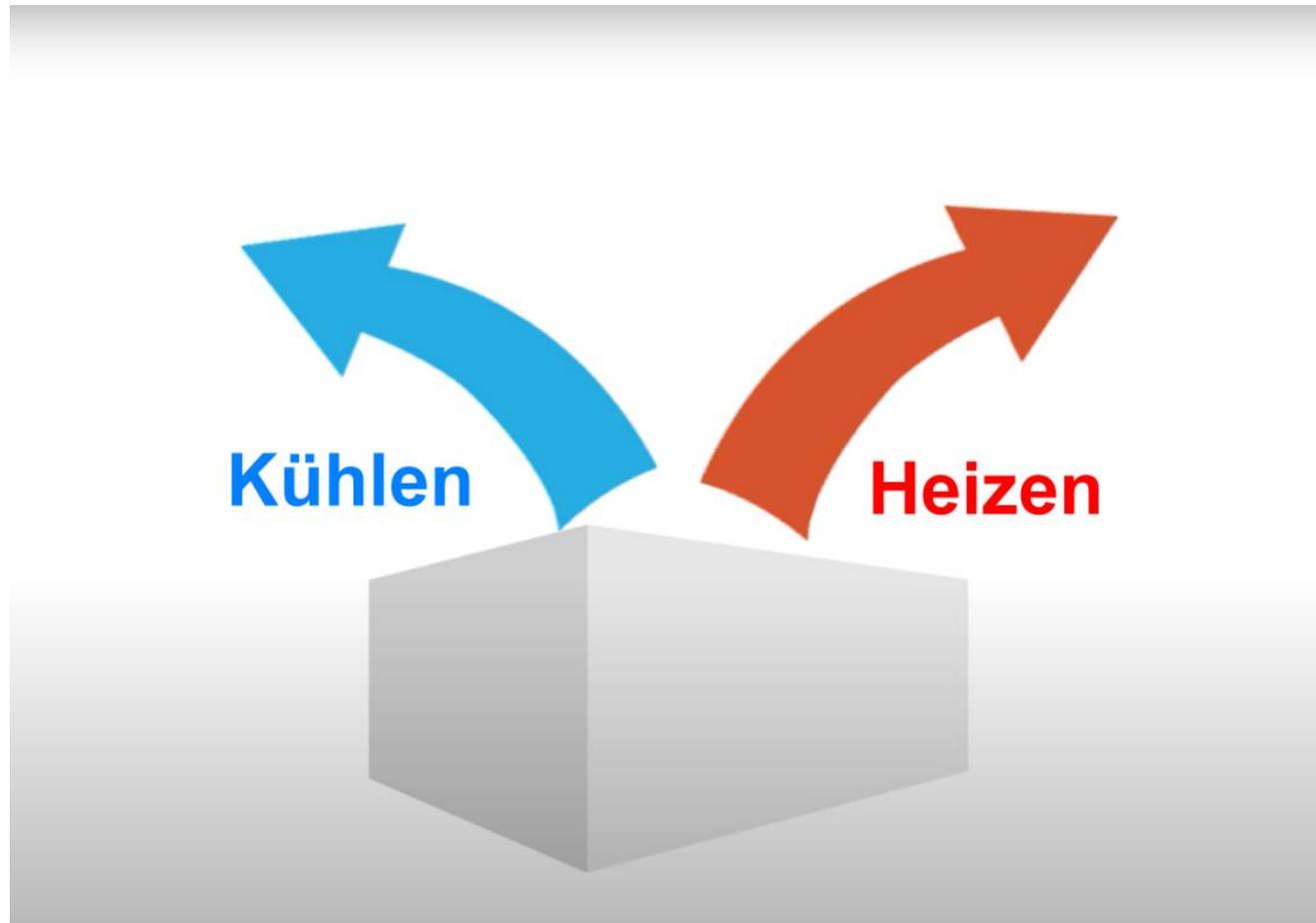


**Mit etwas Strom,
kann eine
Wärmepumpe
diese solare
Energie auf ein
höheres
Temperaturniveau
bringen.**

Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?



Funktion



Weil die Wärmepumpe auf der einen Seite Wärme entzieht, um auf der anderen Seite Wärme abzugeben, kann die Wärmepumpe eben auch zur Kühlung genutzt werden.

Mythen und Fakten: Wärmepumpe

Falsch

Die Behauptung
„Wärmepumpe geht nur im Neubau“
ist falsch.

Die Behauptung
„WP nur sinnvoll mit Fußbodenheizung“
ist falsch.

Behauptung
„Geothermie-WP ist immer besser als Luft-WP“
ist falsch.

Behauptung
„Luftwärmepumpe ist zu laut für Wohngebiet“
ist falsch.

Richtig

Wärmepumpen sind in Bestandsgebäuden
sinnvoll einsetzbar

Für Wärmepumpeneinsatz
ist eine Fußbodenheizung nicht notwendig.

Luft-Wärmepumpen können ebenso effizient
sein wie Geothermie-Wärmepumpen.

Es gibt sehr leise Luft-Wärmepumpen, die in
Wohngebieten nicht stören.

Mythen und Fakten: Energiesystem

Falsch

Die Behauptung

„Das Strom Verteilnetz in den Städten kollabiert, wenn alle mit Wärmepumpen heizen.“

ist falsch.

Die Behauptung

„Wir werden nie genug Strom haben, damit alle mit Wärmepumpen heizen können“

ist falsch.

Richtig

Bei gesteuerten Einsatzzeiten ist der Einsatz von Wärmepumpen fast überall ohne Netzausbau möglich.

Bei hoher Effizienz der Wärmepumpen und Windkraftausbau werden wir in der Heizperiode genug Strom haben.

<https://wp-monitoring.ise.fraunhofer.de/monitoring/wpsmart/demo/63/>

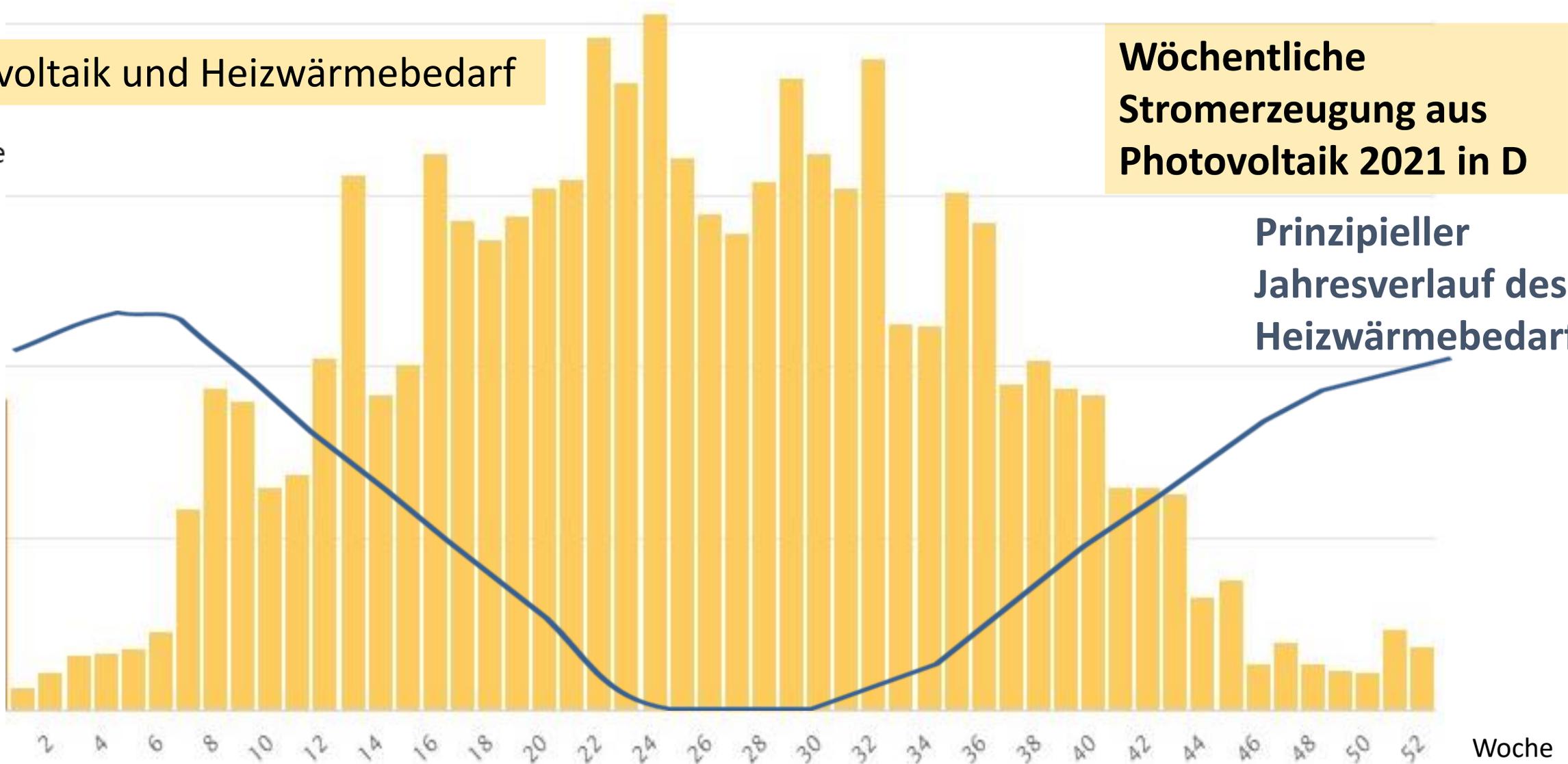
Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

Photovoltaik und Heizwärmebedarf

Wöchentliche
Stromerzeugung aus
Photovoltaik 2021 in D

Energie je
Woche

Prinzipieller
Jahresverlauf des
Heizwärmebedarfs



Quelle abgerufen am 8.10.2022 https://energy-charts.info/charts/renewable_share/chart.html?l=de&c=DE&year=2021&share=ren_share&interval=week&download-format=image%2Fjpeg&sum=0&partsum=0

Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

Windkraft und Heizwärmebedarf

Wöchentliche
Stromerzeugung aus
Windkraft 2021 in D

Prinzipieller
Jahresverlauf des
Heizwärmebedarfs

Energie je
Woche



Quelle abgerufen am 8.10.2022 https://energy-charts.info/charts/renewable_share/chart.htm?l=de&c=DE&year=2021&share=ren_share&interval=week&download-format=image%2Fjpeg&sum=0&partsum=0

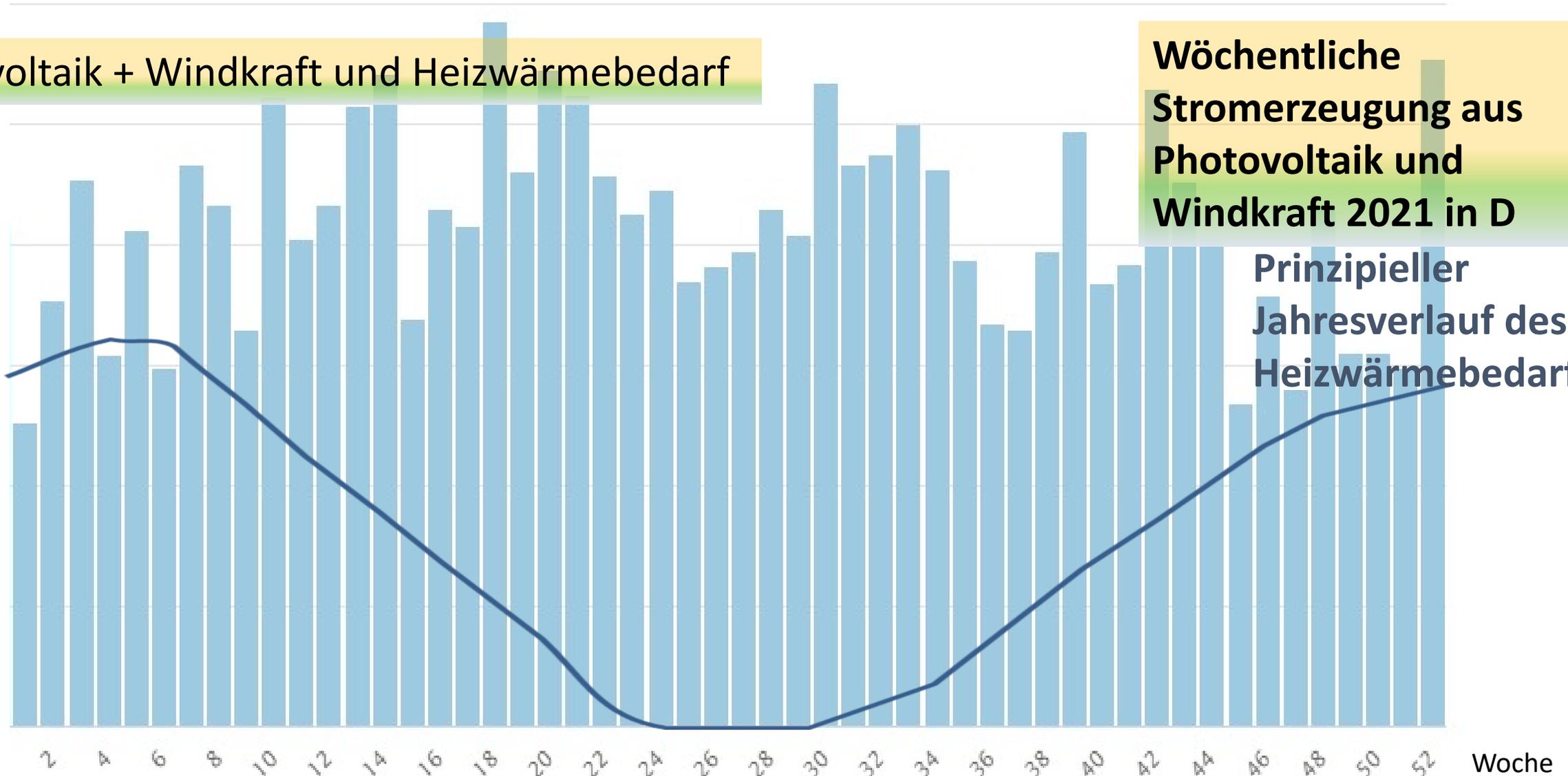
Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

Photovoltaik + Windkraft und Heizwärmebedarf

Wöchentliche
Stromerzeugung aus
Photovoltaik und
Windkraft 2021 in D

Prinzipieller
Jahresverlauf des
Heizwärmebedarfs

Energie je
Woche



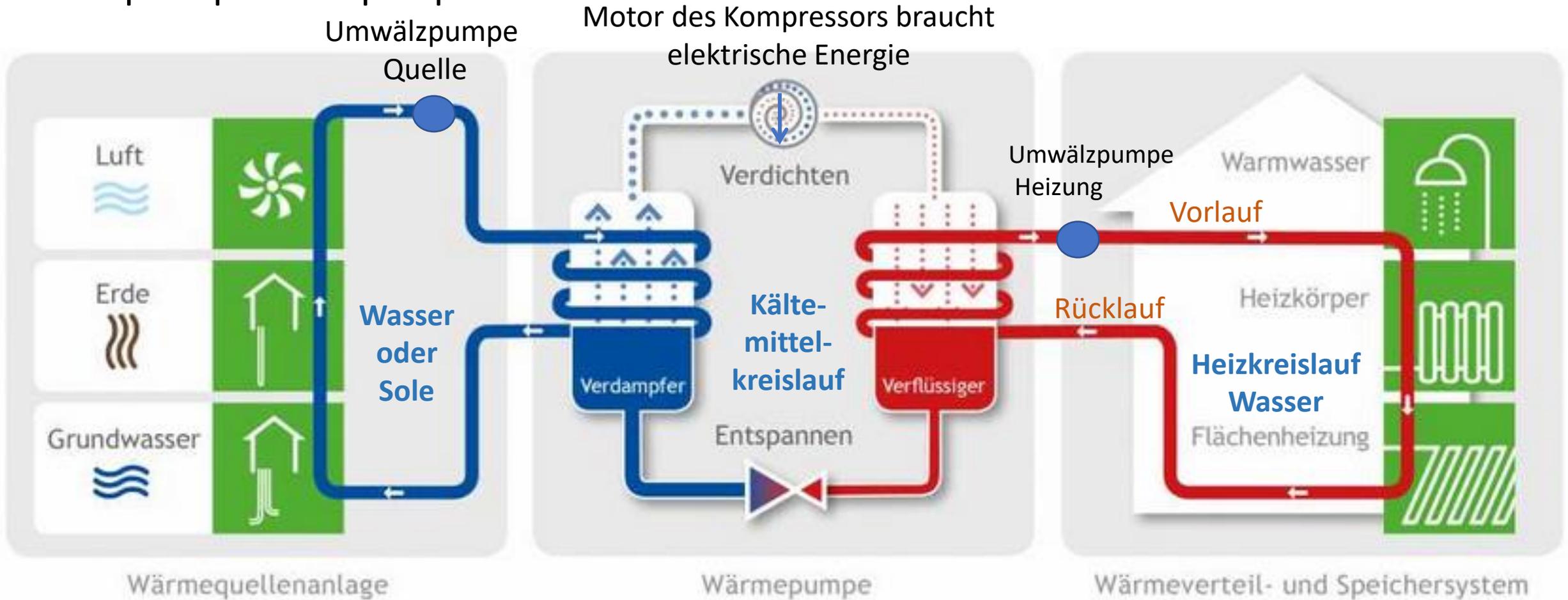
Quelle abgerufen am 8.10.2022 https://energy-charts.info/charts/renewable_share/chart.html?l=de&c=DE&year=2021&share=ren_share&interval=week&download-format=image%2Fjpeg&sum=0&partsum=0

Der klimaneutrale Strom
für **Heizungs-Wärmepumpen**
kann in Deutschland
zum Teil aus lokaler **Photovoltaik** kommen,
überwiegend muss er im Winter mit
Windkraft erzeugt werden.
Außerdem benötigt ein solches System
Energiespeicher (z.B. Biogas oder Wasserstoff)

Ein modernes Windrad erzeugt genug Strom zur
Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen für über 10.000 Menschen

Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

Grundprinzip Wärmepumpe

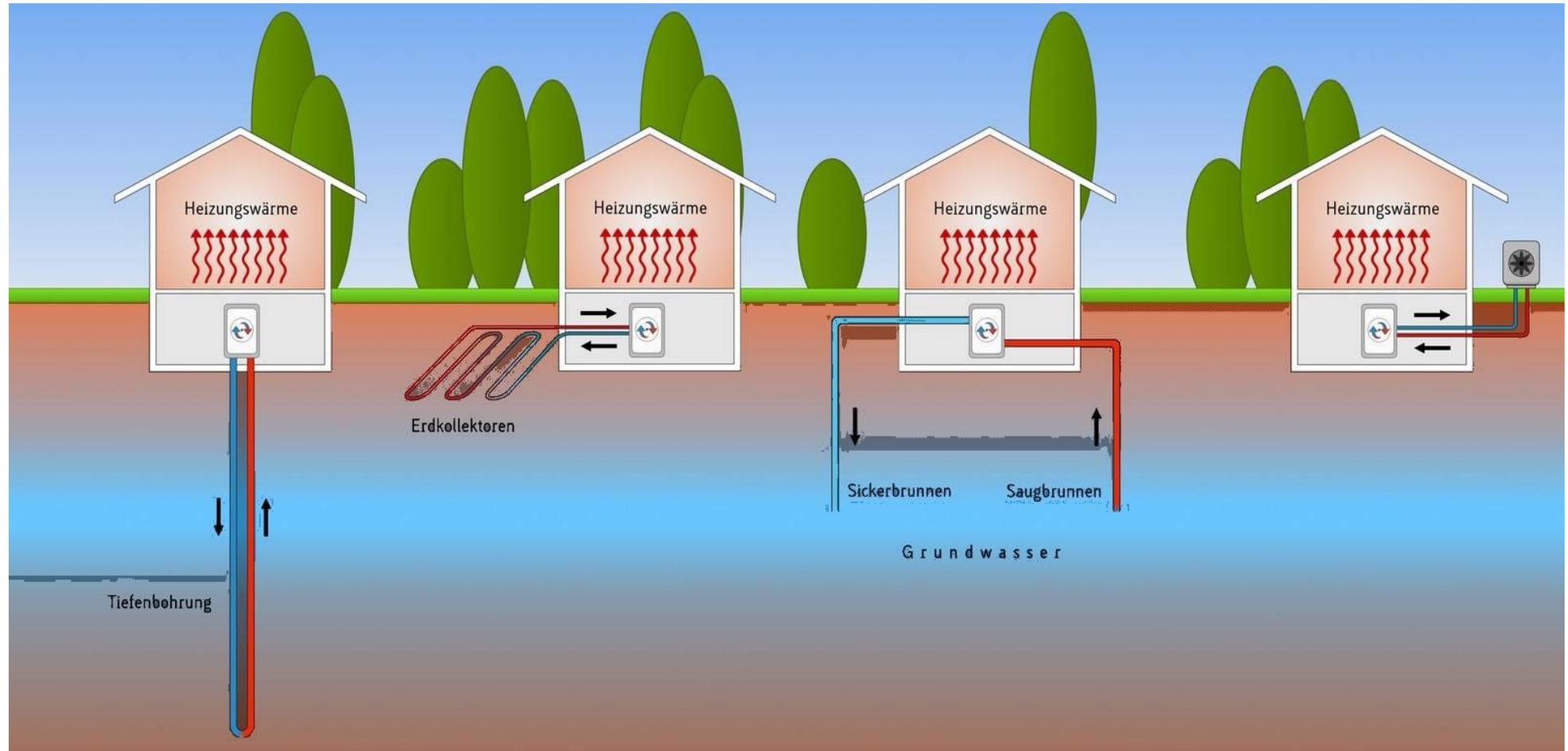


Temperaturdifferenz zwischen warmer und kalter Seite bestimmt Effizienz

Quelle: Bundesverband Wärmepumpen

Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

Wärmequelle



Erdreich Tiefe oder Fläche

Wasser/Brunnen

Luft

Quelle abgerufen am 11.10.22: <https://www.besserrenovieren.de/bild/besserrenovieren-erdwaermekollektorenjpeg-0?origin=45241>

Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

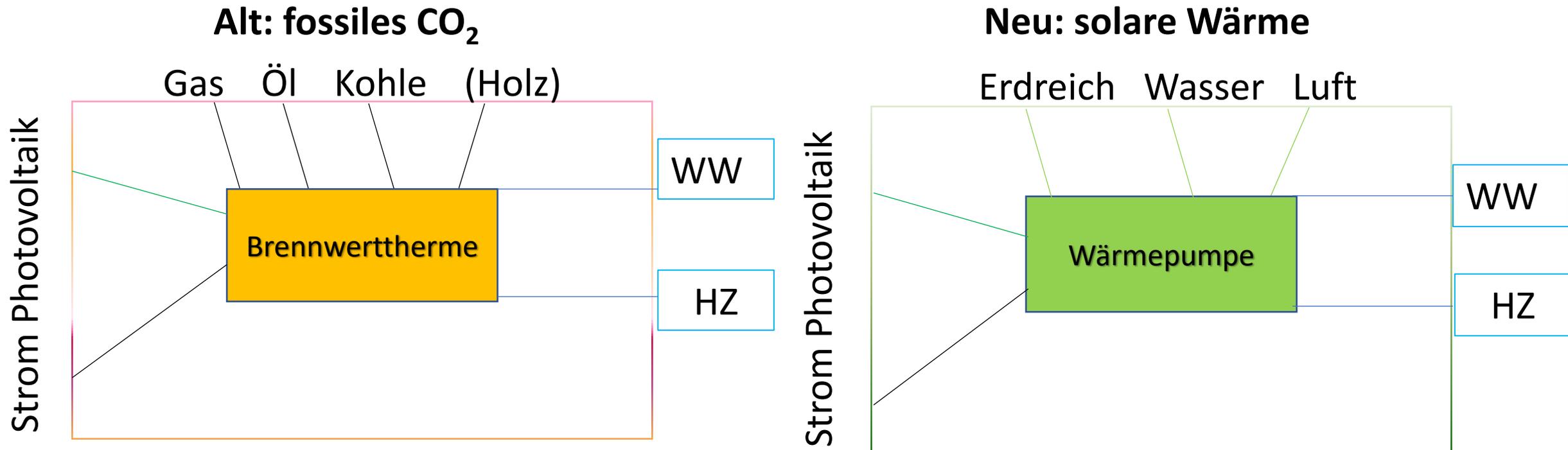
Wer die Gas oder Ölheizung abschaffen will, sollte als erstes überlegen, welche primäre Wärmequelle in Frage kommt:

Erdreich: Tiefenbohrung, Grabenkollektoren, Eisspeicher

Wasser: Brunnen oder Fließgewässer

Luft

Heizungsschema:



Effizienzkennzahl der Wärmepumpe: COP

COP = coefficient of performance

Beispiel: **A7/W35** COP=5,8 (**1 kWh Strom** ergibt **5,8 kWh Wärme**)
Außenluft hat 7°C **W**asser des Vorlaufs hat 35°C

Daten für aktuell beste Luft-Wärmepumpe (Lambda)

Bei 7 Grad Außentemperatur		
Vorlauf	COP	Strom-Mehrbedarf
35 °C	5,8	-
45 °C	4,5	29%
55 °C	3,5	66%

EN14511		Leistung [kW]	COP
Heizbetrieb	A7W35	6,0	5,89
	A2W35	10,1	5,11
	A-7W35	14,9	3,83
	A-15W35	15,0	3,19
	A7W45	6,3	4,47
	A7W55	6,1	3,47
	A-7W55	14,8	2,71

Effizienzkennzahl der Wärmepumpe: SCOP = Saisonaler COP

Der SCOP wird separat berechnet und ausgewiesen für:

- Niedertemperatur-Verwendung (Vorlauf $<35^{\circ}$)
- Mitteltemperatur-Verwendung (Vorlauf $<55^{\circ}$)

Beispiel:

die WP hat für Niedertemperaturen	einen SCOP von 5,7
für Mitteltemperaturen	einen SCOP von 4,5

Was kostet diese Wärmepumpe im Betrieb?

Beispiel:

die WP hat für Niedertemperaturen
für Mitteltemperaturen

einen SCOP von **5,7**
einen SCOP von **4,5**

Jahresverbrauch		Effizienz	Strom	E-Preis	Kosten	
20000 kWh	Gastherme			0,11 €/kWh	2200 €	Ohne Schornsteinfeger, Wartung und CO ₂ Preissteigerung
18000 kWh	WP - NT	SCOP 5,7	3157 kWh/a	0,25 €/kWh	789 €	
18000 kWh	WP - MT	SCOP 4,5	4000 kWh/a	0,25 €/kWh	1000 €	

Photovoltaik reduziert die „Betriebskosten“ noch einmal um **130** bis **260 €/a**
Gastherme oder Wärmepumpe zum selben Zeitpunkt eingebaut, rechnet sich die Wärmepumpe durch Betriebskosteneinsparung in **weniger als 10 Jahren**.

Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

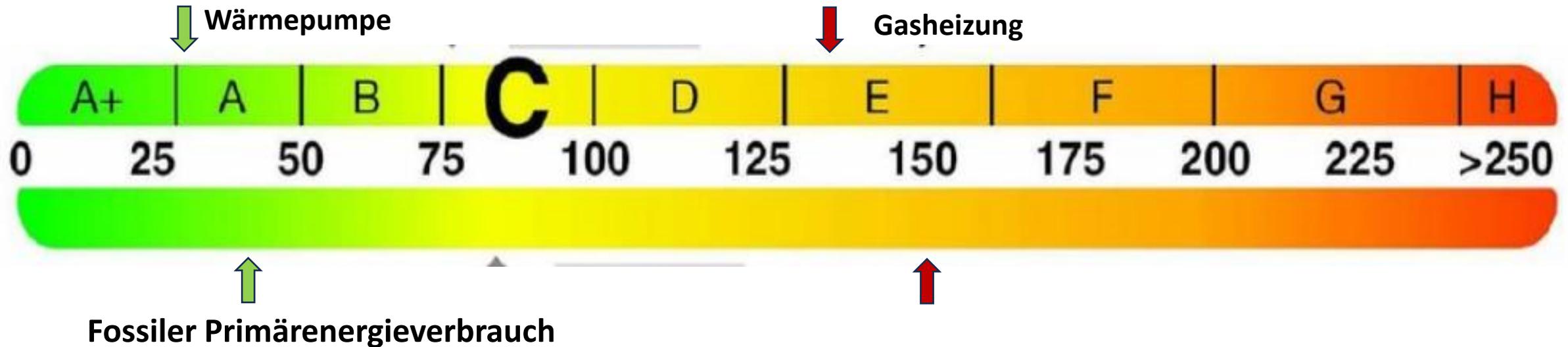
Beheizte Fläche 130 m²

Energie Wärmepumpe
Energiebedarf -10% Abgasverlust: 16200 kWh
SCOP 4,5 ---- Strombedarf 3600 kWh/a

Das entspricht **28 kWh/m²a**

Energie Gasheizung
Wärmebedarf wird durch 18000 kWh/a Gas gedeckt

Das entspricht 138 kWh/m²a



Damit erreicht das Haus
allein durch die Umstellung/Dekarbonisierung des mit Gas betriebenen Heizsystems
auf Wärmepumpe den Energieeffizienzstandard **A**.

Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

Beheizte Fläche 130 m²

Energie Wärmepumpe

Energiebedarf -10% Abgasverlust: 16200 kWh

SCOP 4,5 ---- Strombedarf 3600 kWh/a

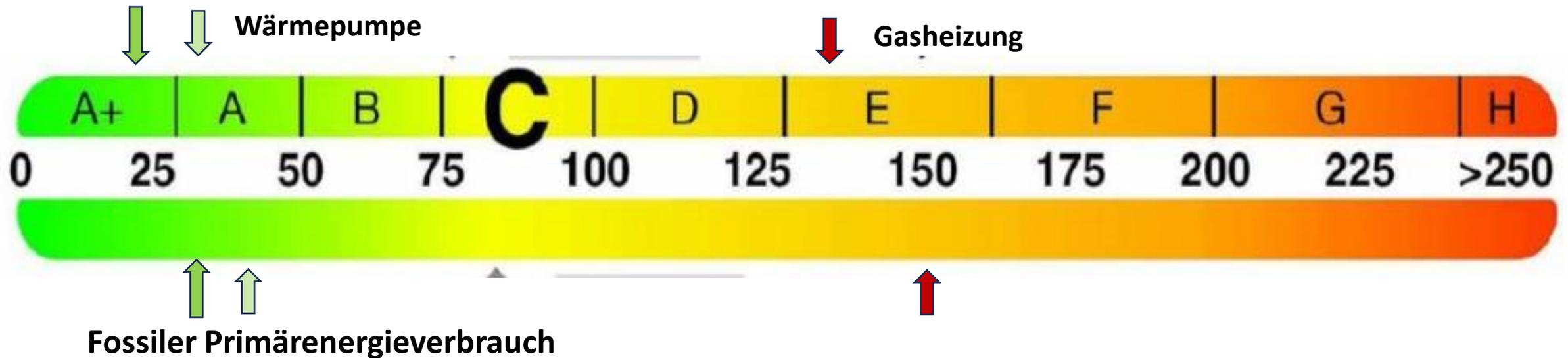
Photovoltaikanlage liefert mindestens 1000 kWh/a

Das entspricht **20 kWh/m²a**

Energie Gasheizung

Wärmebedarf wird durch 18000 kWh/a Gas gedeckt

Das entspricht 138 kWh/m²a



Damit erreicht das Haus

allein durch die Umstellung/Dekarbonisierung des mit Gas betriebenen Heizsystems

auf Wärmepumpe plus Photovoltaik den Energieeffizienzstandard **A+**.

4. Tipp:

Heizkörpervergrößerung/Flächenheizung

Wärmepumpen funktionieren sehr gut mit 55°C

Heizungsvorlauftemperatur. Der SCOP liegt deutlich über 4.

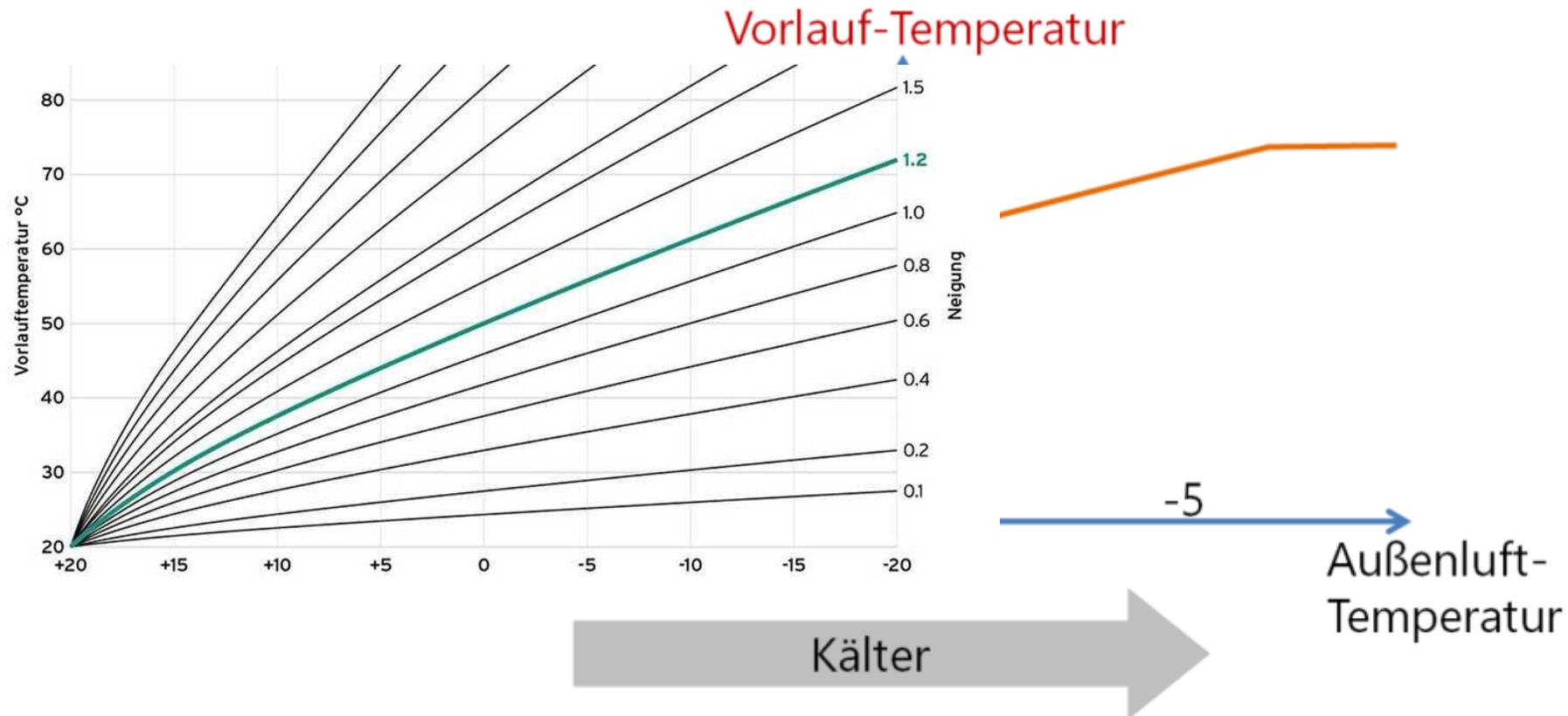
Je niedriger die Vorlauftemperatur wird, desto effizienter wird die Wärmepumpe.

Bei Vorlauftemperaturen von ca. 30 °C hat eine Luftwärmepumpe den SCOP von ca. 6

und eine Erdsondenwärmepumpe den COP von ca. 7.

Exkurs Kleine „Sanierungsmaßnahme“ für jeden: Niedrige Vorlauftemperatur!

- Die Heizungs-Vorlauf-Temperatur wird automatisch höher, wenn es draußen kälter wird.



Quelle: Peter Klafka

Viele Heizungs-Installateure wollen Beschwerden und/oder nachträgliche Einstellungs-Änderungen vermeiden.

Daher ist die Steilheit der Heizkennlinie meist viel zu hoch eingestellt.

Das verschwendet Energie, erhöht die Treibhausgas-Emissionen und kostet auch bei Gas- und Ölheizungen viel Geld.

Bei Brennwertheizungen: Taupunkte Erdgas 57 °C, Heizöl 47 °C. Der Brennwertvorteil kann nur genutzt werden, wenn Vorlauftemperatur deutlich niedriger ist.

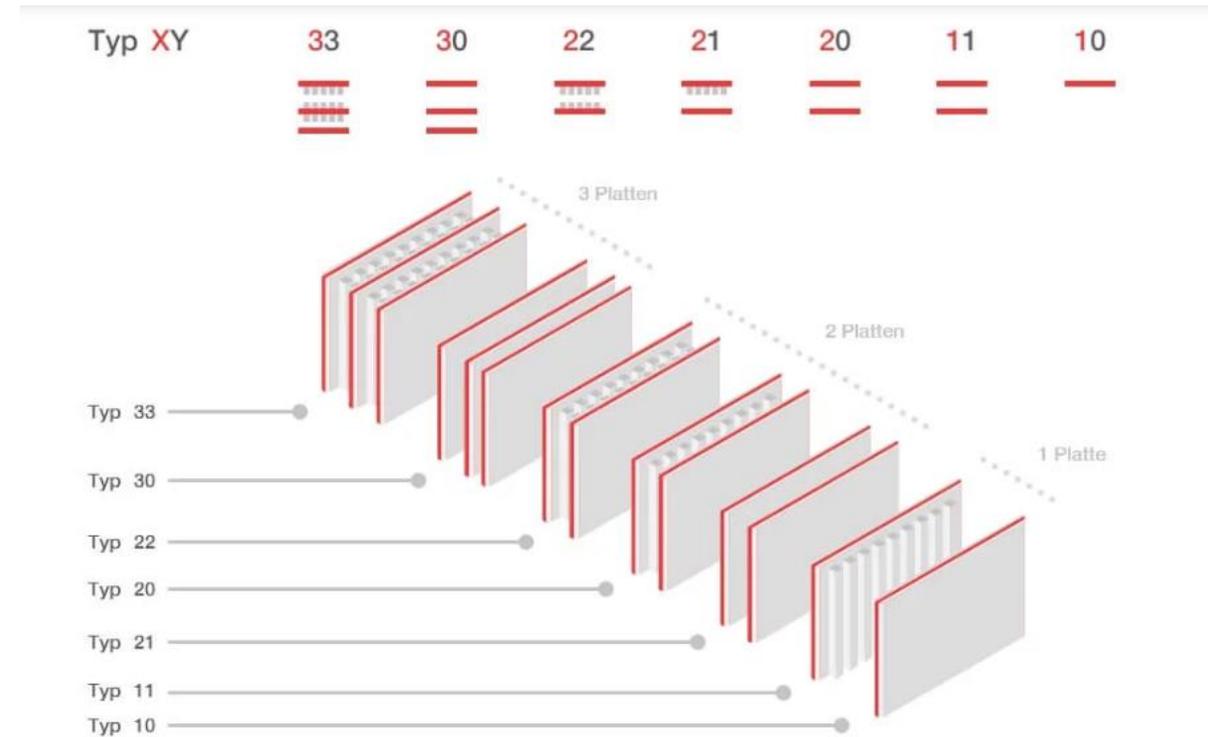
Deshalb überprüfen Sie bereits heute Ihre Heizungsvorlauftemperatur und stellen diese mit Hilfe des Handbuches so ein, dass Ihnen ausreichend warm ist.

Oftmals muss man nur einen Heizkörper im Wohnzimmer austauschen, um die Vorlauftemperatur noch weiter abzusenken.

In den allermeisten Fällen sparen Sie so bereits erhebliche Energiekosten ein.

Heizkörper vergrößern

1. Fläche
2. Zusatzheizkörper
3. Heizkörpertyp
4. Heizkörper mit kleinen Lüftern

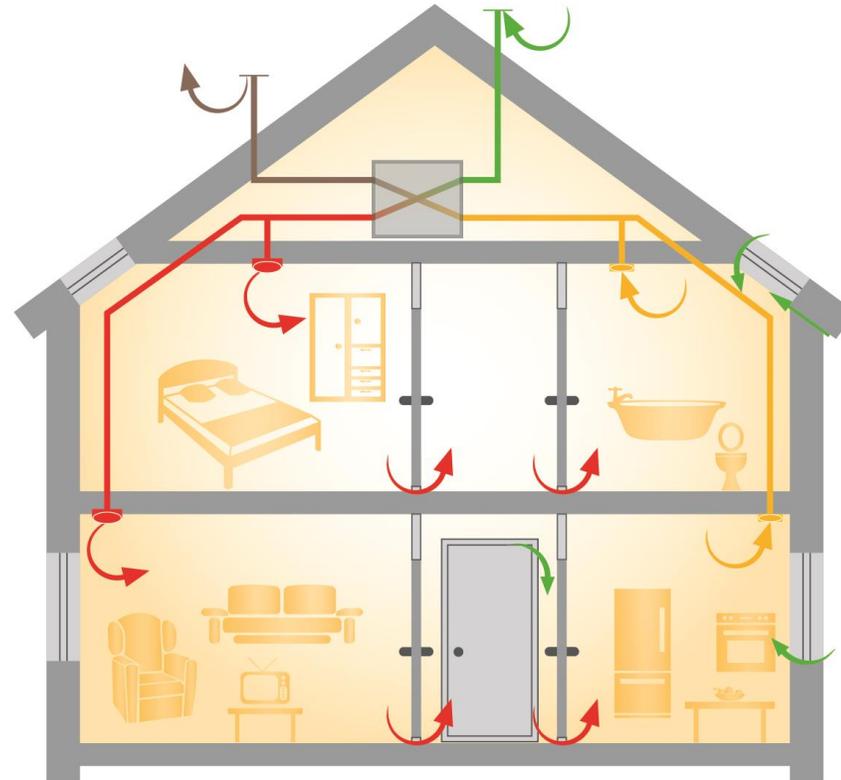


Quelle abgerufen am 6.10.23:

<https://ewe-waerme.de/zuhause/ratgeber/heizkoerpertypen#:~:text=Die%20g%C3%A4ngigsten%20Heiz%C3%B6rperarten%20sind%20der,%2C%20Optik%2C%20Funktionsweise%20und%20Energieeffizienz.>

5. Tipp: Lüftung

Zentrale Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung



Symbolbild der Verbraucherzentrale NRW. https://www.verbraucherzentrale.de/sites/default/files/inline-images/Zentrale%20Zu_Abluftanlage%20im%20Einfamilienhaus.jpg

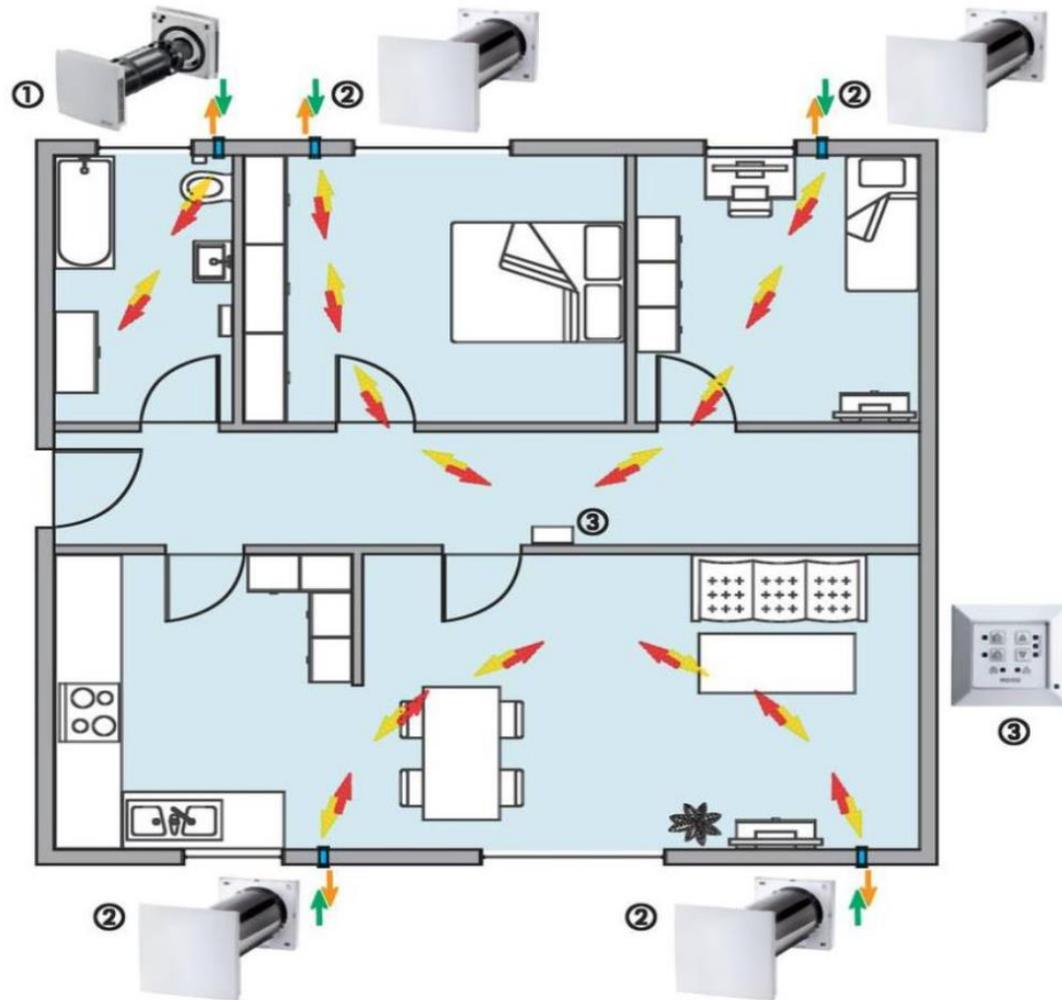
Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

Im Vergleich zu den Energieverlusten durch Lüften nach Din Norm (5 mal Querlüften/Tag) spart eine zentrale Lüftungsanlage mit einem Luftwärmetauschersystem ca. 40 kWh/m²a.

Zum Zweiten steigt die Wohnqualität, weil immer ausreichend frische Luft im Raum ist. (Feuchtigkeit und CO₂)

Schließlich werden die meisten Virenlasten so verdünnt bzw. ausgetragen, dass Infektionsketten unterbrochen werden.

Dezentrale Lüftung



Diese Systeme werden oft aus Kostengründen verbaut ohne Kenntnis der Nachteile.

Problematisch sind diese Geräte wegen ihrer Lautstärke, die für viele Menschen Nerv tötend ist. Das PHI fordert in Wohnräumen (Zuluft) einen Schalldruckpegel von maximal 25 dB(A).

Zum zweiten ist der Luftaustausch nicht so effizient wie bei einer zentralen Luftwärmetauscher Belüftungsanlage.

6. Kosten

1. Dämmung

Wand, Fenster Dachsanierungen sind am wirtschaftlichsten, wenn sie „dran“ sind.

**Je nach Baumaterial zwischen 30 und 60 Jahren.
Wenn z.B. der Putz erneuert oder die Fassade gestrichen werden muss, dann kann gleichzeitig eine Wärmedämmung erfolgen.**

6. Kosten

2. Photovoltaik

Je größer die Anlage, desto niedriger die Gestehungskosten. Die Gerüstkosten für 4 kWp sind die gleichen wie für 12 kWp

Balkonkraftwerke kosten zwischen 350 und 1000 €

Kleine Anlagen gibt es für unter 10000 €

Große Anlagen mit Batterie liegen

zwischen 25000 und 40000 €

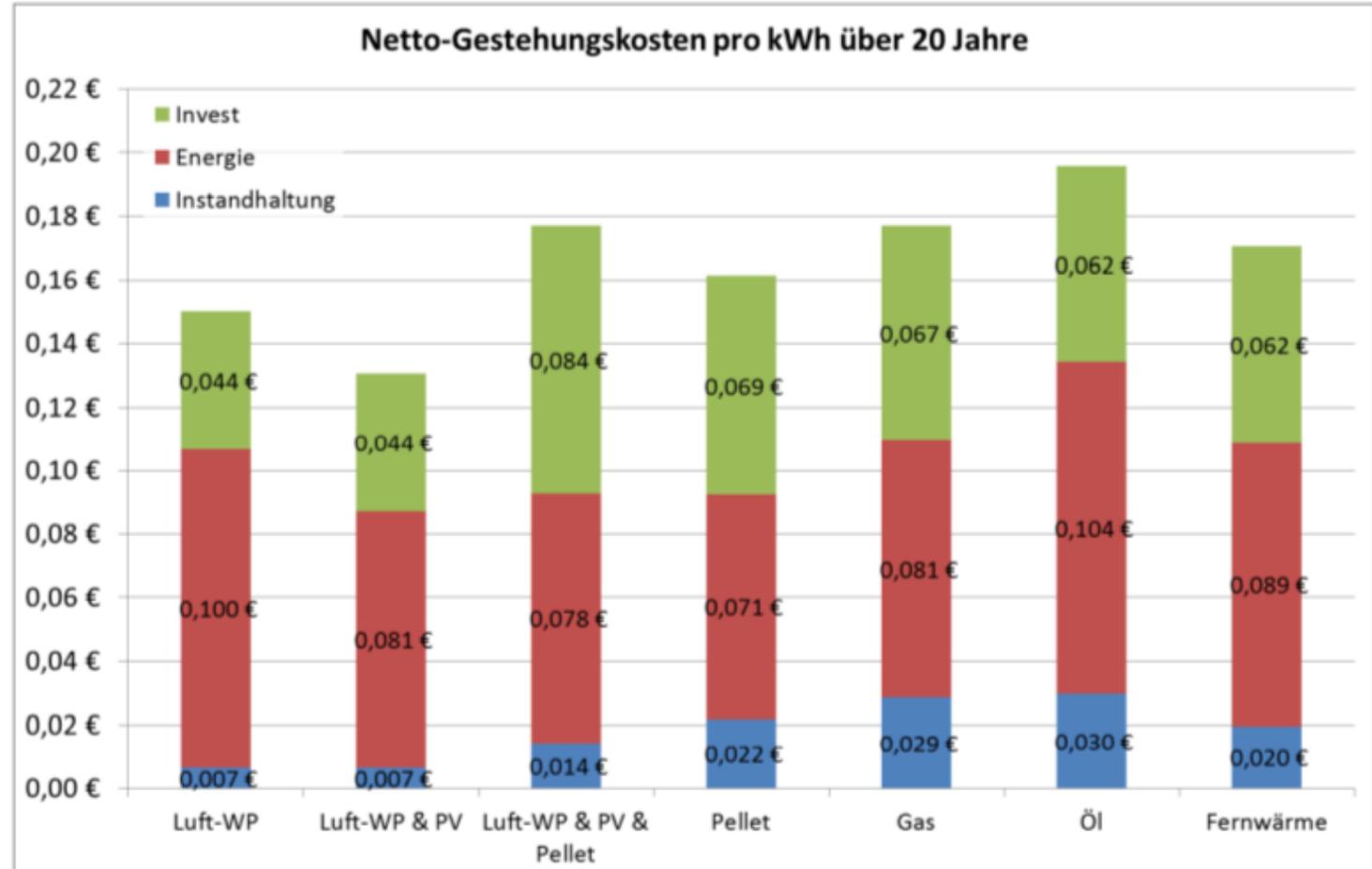
6. Kosten

3. **Wärmepumpe**

Die Einbaukosten einer Luftwärmepumpe vom Standard der Lambda-Wärmepumpe betragen ca. 30000 € abzüglich Zuschuss von bis zu 45%.

6. Kosten

3. Heizsystem



Netto-Gestehungskosten pro kWh Wärmeenergie für verschiedene Heizsysteme über einen Zeitraum von 20 Jahren; es werden die jährlichen Brennstoffkosten sowie Wartungs- und Instandhaltungskosten berücksichtigt, es werden 30% des PV-Stroms genutzt;

https://www.unw-ulm.de/wp-content/uploads/2018/09/Axl-OME_BAR_Bericht_Gestehungskosten.pdf S.9

Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

Noch einmal als Tabelle

Gesamtkosten für Heizungsenergie basierend auf den Gestehungskosten über 20 Jahre kalkuliert. Die gesamte Heizenergiemenge beträgt 303.660 kWh.

Heizungsanlage	Gesamtkosten	Einsparung gegenüber Ölheizung
Ölheizung	60.413€	-€
Gasheizung	54.640€	5.772€
Pelletheizung	49.882€	10.530€
Fernwärme	52.631€	7.781€
Luft-Wärmepumpe	46.644€	13.768€
Luft-Wärmepumpe und PV-Anlage	40.339€	20.074€
Luft-Wärmepumpe, PV-Anlage, Pelletofen	54.606€	5.806€

https://www.unw-ulm.de/wp-content/uploads/2018/09/Axl-OME_BAR_Bericht_Gestehungskosten.pdf S.10

6. Kosten

4. Heizkörper

Heizkörpertausch zwischen 1000 und 2000 €

Flächenheizungen ca. 100 €/m².

6. Kosten

5. Lüftungssysteme

kosten 10.000 bis 20.000 €

Zusammenfassung:

Heizenergie ist nicht gleich Heizwärme!

Wir müssen die Erzeugung und die Nutzung von Wärme unterscheiden!

- **Beispiel Gasheizung**
Zum Erzeugen von 100% Heizwärme benötigen wir (bei einer Brennwertheizung) 100% des Energiegehalts des eingesetzten Erdgases.
- **Beispiel elektrische Direktheizung**
Zum Erzeugen von 100% Heizwärme benötigen wir 100% der eingesetzten Elektrischen Energie.
- **Beispiel Heizen mit Wärmepumpe**
Für 100% Heizwärme benötigen wir nur 20 % bis 35 % elektrische Energie.
Der Rest ist Umweltwärme, die wir nicht erzeugen müssen, erzeugt werden muss dafür nur der elektrische Strom.

Wie diese Nutzung von Umweltwärme allerdings bezüglich der geforderte Energieeffizienz und Energieeinsparung beim Heizen von Gebäuden verrechnet werden darf bzw. wird, ist den Bestimmungen des GEG, BEG und auch in vielen Studien und Szenarien zur Energiewende nicht einheitlich und z. T. widersprüchlich gehandhabt. Ich halte mich deshalb an die physikalischen und technischen Fakten.



Link zur Präsentation von Michael Huber (S4F):
Kommunale Wärmewende und private Heizungsumstellung.
https://drive.google.com/file/d/1JBjVf_iT_tbWr8f_sFmlxjwkwxcN-tF3/view

Zusammenfassung:

Die 5 wichtigsten Maßnahmen eines energetischen Sanierungskonzeptes

1. Dämmung – lohnt sich je nach Voraussetzung

2. Photovoltaik – rechnet sich fast immer

3. Wärmepumpe – rechnet sich fast immer

4. Flächenheizungen / Heizkörper vergrößern

5. Lüftung

- Die Kosten für regenerative Energienutzung sind bereits seit 2018 ohne Zuschüsse die niedrigsten.

Zusammenfassung:

- Fragestellung früher: Wie kann ich **fossiles CO₂ minimieren?**
- Eine komplette energetische Sanierung **kostet ca. 2800 €/m²**
z.B.: Klimafahrplan Wärme, 2. Report 02 2023 der GEWOBAU. S.6f: 2838 €/m² Quelle abgerufen am 7.10.23: https://www.gewobau-marburg.de/uploads/Modernisierung_und_Neubau/Klimaschutzplan_Bilanzen_Berichte/2_Report_Klimafahrplan_Waeme_02_2023.pdf
- Fragestellung heute wie kann ich **ohne fossile CO₂ Emissionen** in einem „warmen Haus“ leben?
- Durch den Einbau einer **Wärmepumpe mit Photovoltaikanlage**. Der Aufwand dafür kostet **nur ca. 300-600 €/ m²**.

Diese Investition rechnet sich nach weniger als 10 Jahren durch die eingesparten Verbrauchskosten.

Alle anderen Maßnahmen sollten erfolgen, wenn sie dran sind.

Wie kann man Bestandsgebäude energetisch sanieren?

All das finden Sie auch in der kleiner Schrift:

Perspektiven für Häuser, Wohnungen, Büros, Gewerbe und Handel (nicht nur) in Marburg

Energetische Sanierungen von Bestandsimmobilien und Nutzung regenerativer Energien

Eine Handreichung für Hausbesitzer, Mieter und im Klimaschutz Engagierte
von Axel Erdmann Januar 2022

Sie finden die Broschüre unter:

<https://klimaliste-marburg.de/wp-content/uploads/2022/06/Erdmann-Dr.-A.-Perspektiven-f.-Haeuser-u.-Wohnungen-DIN-A5-Stand-28.2.2022.pdf>

<https://www.regev-rossdorf.de/app/download/14704808423/2022-04-14%20Energetische%20Sanierung%20von%20Bestands-Immobilien.pdf?t=1649927241>



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit
und viel Erfolg für Ihre Projekte.**