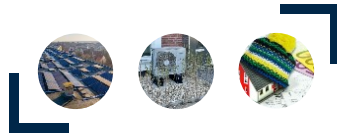


Wärmepumpe und Photovoltaik Geht das auch bei mir?

Armin Raatz und Stefan Schäfer



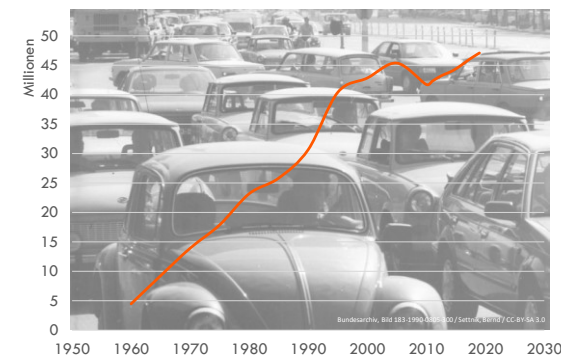
Das erwartet Sie:

- Klimaschutz: Was ist das Problem?
- Aktueller Stand zur Photovoltaik
- Wärmepumpen
- Wärmepumpen und PV – eine gute Kombi?
- Förderung 2023
- Ausblick

Geschichte des weltweiten Energieverbrauch - Entwicklung der letzten 160 Jahre der Erdgeschichte -



Entwicklung zugelassene Kfz in Deutschland seit 1960

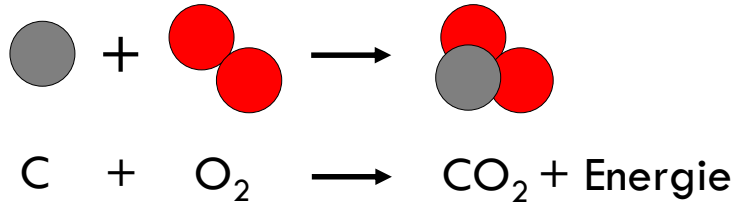


Noch nie gab es
so viele Autos
in Deutschland

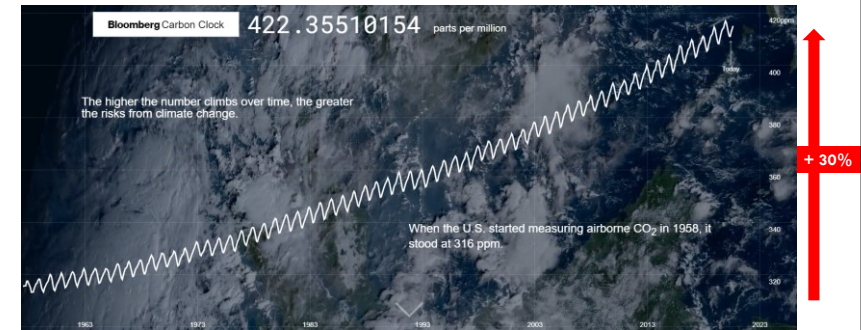
Wienbaden - In Deutschland gibt es trotz des Bemühens um eine Verkehrswende immer mehr Autos. 590 Pkw je 1000 Einwohner zählte das Statistische Bundesamt 2021. In den vergangenen zehn Jahren sei die Pkw-Dichte durchgehend gestiegen, berichtete die Behörde. 2011 habe es nur 517 Pkw je 1000 Einwohner gegeben. Zum Stichtag 1. Januar 2022 waren 48,5 Millionen Pkw zugelassen und damit so viele wie nie zuvor.

HNA 16.09.2022

Energiegewinnung durch die Verbrennung von Kohlenstoff



Entwicklung CO2 Anteil in der Erdatmosphäre 1958 - 2021



<https://www.bloomberg.com/graphics/carbon-clock/>

Stand 25.05.2022

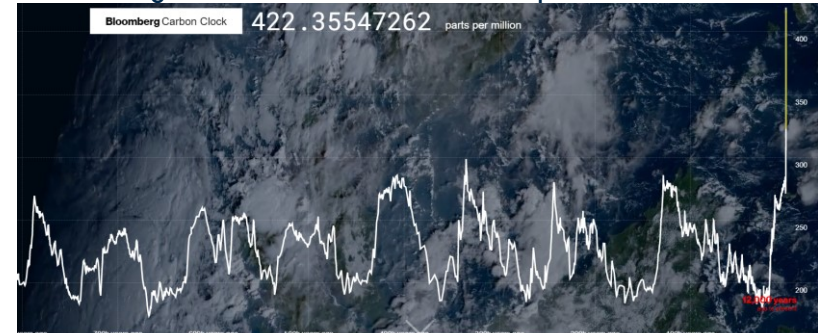
Entwicklung CO2 Anteil in der Erdatmosphäre 11.000 Jahre



<https://www.bloomberg.com/graphics/carbon-clock/>

Stand 25.05.2022

Entwicklung CO2 Anteil in der Erdatmosphäre 800.000 Jahre



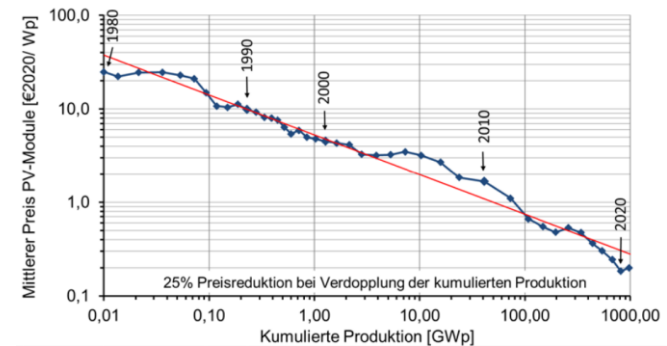
<https://www.bloomberg.com/graphics/carbon-clock/>

Stand 25.05.2022

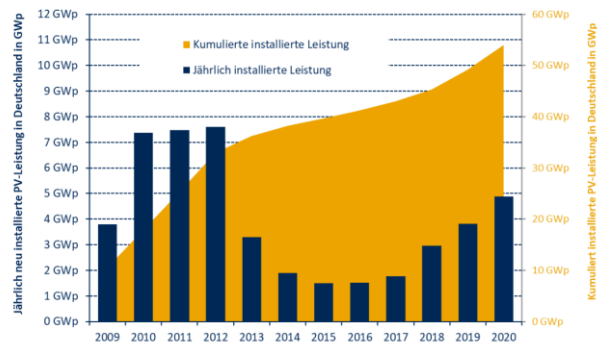
Geschichte der Photovoltaik

- 1839 Entdeckung des Photoeffekts (A. Becquerel)
- 1883 erste Selen-Solarzelle (Wirkungsgrad 1%)
- 1954 erste Silizium-Solarzelle (Wirkungsgrad 6%)
- 1958 Einsatz von PV für Raumfahrt (Wirkungsgrad 10%)
- 1990 1000-Dächer-Programm in Deutschland
Durchschnittl. Leistung: 2,65 kWp
Preis: 12.400 €/kW, 70% Förderung
- 1991 Stromeinspeisegesetz (8ct/kWh bei Kosten: 90 ct/kWh)
- 2000 Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) wird eingeführt
- 2018 Modul-Wirkungsgrad zw. 16% und 19%
- 2020 Im Labor wird ein Rekordwirkungsgrad von 47,1% erreicht

PV-Preisentwicklung



Anstieg der installierten PV-Kapazität in Deutschland bis Ende 2020



PV-Nutzung - Beispielhaus

- Einfamilienhaus
- 4 Personen
- 4.000 kWh pro Jahr
- Stromkosten: 0,35 €/kWh
→ 1.400 €/a
- Steigerung 3% pro Jahr
→ 36.219 € in 20 Jahren



PV-Anlage Volleinspeisung

PV-Anlage 10,2 kW

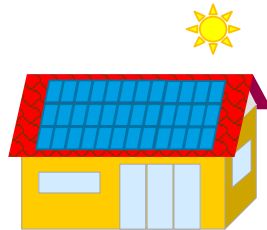
- Invest 15.780 € netto=brutto (2022)
(1300 €/kWp)

Laufende Kosten

- 1,5 % der Investitionskosten
→ 230 €/a
(Versicherung, Reparatur-rückstellung
Wechselrichter, Wartung)

Erzeugung: 10.300 kWh/a

Gestehungskosten: 9,6 ct/kWh



Einspeisevergütung 13 ct/kWh

Gewinn pro kWh: 3,4 ct

Rendite: 4,33%

EEG-Vergütungssätze

ohne Direktvermarktung

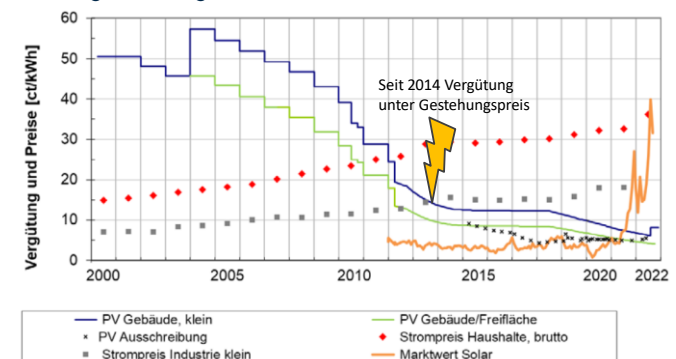
Vergütungssätze in Cent/kWh - Feste Einspeisevergütung:				
Einspeisung	Wohngebäude, Lärmschutzwände und Gebäude nach § 48 Absatz 2 EEG sowie §53 Absatz 1 EEG			Sonstige Anlagen bis 100 kWp §48 (1) EEG
	bis 10 kWp	bis 40 kWp	bis 100 kWp	
Überschuss-Einspeisung	8,2	7,1	5,8	?
Voll-Einspeisung	13,0	10,9	10,9	6,6 (?)

EEG 2023 Stand: 8/2022



PHOTOVOLTAIK MIT EIGENVERBRAUCH

PV-Nutzung und Eigenverbrauch



PV-Nutzung - Eigenverbrauch

PV-Anlage 10,2 kW

- 72 m²
 - Invest 15.300 € brutto (2022)
(1.300 bis 2.200 €/kWp)

Laufende Kosten

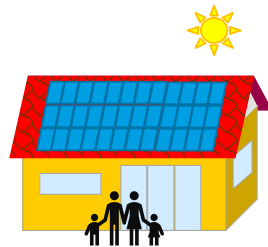
- 1,5% der Investitionskosten
→ 230 €/a

Erzeugung: 10.300 kWh/a

Gestehungskosten: 11,1 ct/kWh

Eigenverbrauchsanteil: 13,8%

Solarer Deckungsanteil: 35,7%



Einspeisevergütung 8,2 ct/kWh

Rendite: 2,70%

PV-Nutzung - Eigenverbrauch

PV-Anlage 4,2 kW

- 30 m²
 - Invest 6.300 € brutto (2022)
(1.500-2.250 €/kWp)

Laufende Kosten

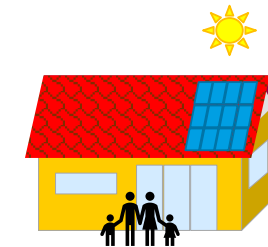
- 1,5% der Investitionskosten
→ 155 €/a

Erzeugung: 4.000 kWh/a

Gestehungskosten: 12,1 ct/kWh

Eigenverbrauchsanteil: 25,7%

Solarer Deckungsanteil: 26,8%



Einspeisevergütung 8,2 ct/kWh

Rendite: 5,30%

MEHR EIGENVERBRAUCH DURCH BATTERIEN



PV-Nutzung – Eigenverbrauch mit Batterie

PV-Anlage 4,2 kW

- Invest 6.300 € (2020)

Batterie

- 4,0 kWh
- 1.000- 1.500 €/kWh (2020)

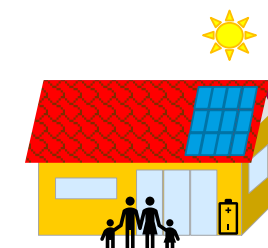
→ Hier angenommen: 5.000 €

Eigenverbrauchsanteil: 52,1%

Gestehungskosten: 21,1 ct/kWh

Solarer Deckungsanteil: 49,4%

Amortisationszeit: 19 Jahre



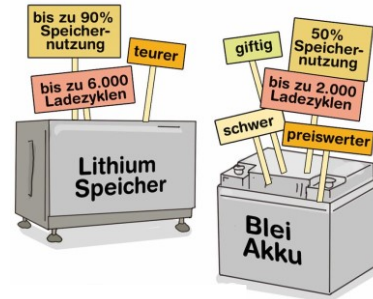
Einspeisevergütung 8,2 ct/kWh

Rendite: 2,80%

PV-Nutzung und Batterie

Annahmen:

- sehr günstige PV-Module
- sehr günstiges Speichersystem
- Lebensdauer Speicher 20 Jahre (realistisch 8 bis max. 15 Jahre)



Wie viel darf Batterie kosten?

Überschlagsrechnung:

- Einspeisevergütung: ~8 ct/kWh
- Strombezugspreis: 34 ct/kWh (exkl. Grundgebühr)
- Batteriestrom darf nicht teurer sein als $34 - 8 = 26$ ct/kWh
- Batterie macht 250 Zyklen im Jahr

Max Kosten pro Batterie:

→ $26 \text{ ct/kWh} * 250 * 15 \text{ Jahre} = 975 \text{ €/kWh inkl. USt. und Installation}$

→ Möglich auch weniger Zyklen (zu groß) und kürzere Lebensdauer

PV-Nutzung – Eigenverbrauch mit E-Auto

PV-Anlage 4,2 kW

- Invest 6.300 € (2020)

E-Auto (z.B. Renault Zoe)

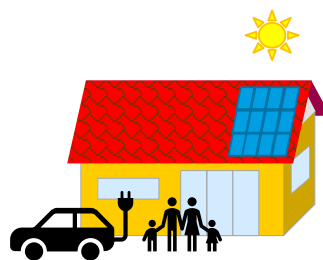
- 22 kW/ 22 kWh
- Tägl. 30 km
- Ladezeit 15-8 Uhr

Eigenverbrauchsanteil: 41,5%

Gestehungskosten: 12,1 ct/kWh

Solarer Deckungsanteil: 27,7%

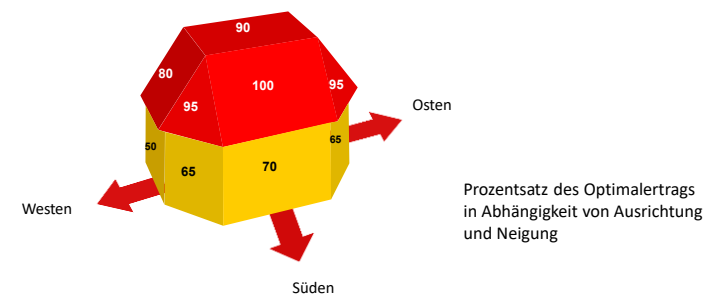
Amortisationszeit: 10,5 Jahre



Einspeisevergütung 8,2 ct/kWh

Rendite: 9,30%

Ausrichtung und Neigung



Änderungen im Jahressteuergesetz 2022

Steuerfreie Einnahmen

- Einnahmen aus Betrieb von PV-Anlagen mit einer installierten Bruttoleistung von **bis zu 30 kWp** sind nach §3 EStG (Nr. 72) rückwirkend zu Anfang 2022. Dies gilt für PV-Anlagen auf Einfamilienhäusern und nicht zu Wohnzwecken genutzten Gebäuden.
- PV-Anlagen auf sonstigen, überwiegend zu Wohnzwecken dienenden Gebäuden gilt eine Grenze von **15 kWp je Wohn- oder Gewerbeinheit**.
Die Einnahmen aus dem Betrieb von PV-Anlagen können bis **max. 100 kWp** pro Steuerpflichtigen steuerfrei sein. Darüber hinausgehende Einnahmen sind grundsätzlich weiterhin steuerpflichtig.

Änderungen im Jahressteuergesetz 2022

Steuerfreie Einnahmen

- Abhängig von der Verwendung des erzeugten Stroms durch Einspeisung, Eigenverbrauch oder Nutzung durch Mieter:innen.
Sofern die Befreiung greift, muss für die PV-Anlagen keine Gewinnermittlung mehr aufgestellt und kein Ergebnis mehr erklärt werden.
- Die derzeitige Formulierung lässt darauf schließen, dass es sich um eine Freigrenze handelt, nicht um einen Freibetrag. Sofern die Leistung der Anlage also nur geringfügig über der Maximalleistung liegt, werden sämtliche Einnahmen steuerpflichtig.

Änderungen im Jahressteuergesetz 2022

Umsatzsteuerliche Änderungen

- Hinsichtlich der Umsatzsteuer soll für die **Lieferung und Installation von Photovoltaikanlagen ein Nullsteuersatz** eingeführt werden. Ebenfalls soll die Umsatzsteuer auf den innergemeinschaftlichen Erwerb und die Einfuhr von Solarmodulen auf null Prozent reduziert werden. Gilt auch für Speichermodule.
- Ein **möglicher Vorsteuerabzug** des ausführenden Handwerksbetriebes wird durch den Nullsteuersatz auf die Ausgangsleistungen **nicht berührt**.

Änderung EEG - Ü20 Anlagen

Nur Einspeisevergütung fällt weg, alle anderen Regelungen gelten weiter, u.a.

- Einspeisevorrang
- Umlagebefreiung Eigenstromnutzung bis 30 kW

Optionen

- Netzbetreiber bezahlt Marktwert, der monatlich berechnet wird abzgl. Vermarktungsprämie (2021: 0,4 ct/kWh, danach festgelegt von Netzbetreibern)
- Eigenstromnutzung
- Verkauf von Komplett- oder Restmenge an Dienstleister (meist verbunden mit zusätzlichen Kosten, z.B. für Smartmeter)

Eine gute Übersicht über die Handlungsmöglichkeiten bietet das Solarcluster BW mit einem 6-seitigen Faktenpapier:

https://solarcluster-bw.de/fileadmin/Dokumente/Downloads/Solar_Cluster_PV-Netzwerk_BW_Faktenpapier_Ue20-PV-Anlagen_EEG_2021.pdf

Mikro-PV-Anlagen

- PV-Nutzung auch als Mieter*in
- Anschluss direkt an Steckdose
- keine Gebühren, Anmeldung bei Netzbetreiber
- Kosten: ab 270 €
- Pro Modul ca. 270-330 W
→ 200-250 kWh/a
- Keine Vergütung, nur Direktverbrauch (oder ggf. Batterie)
- Max. 600 W



Foto: Infinium Energie GmbH / Solarheld

Alle Informationen rund um Mikro-PV-Anlagen



Herzlich Willkommen auf PVplug.de dem Portal für steckbare Solartechnik!

<https://www.pvplug.de/>

Gewerbliche Nutzung von PV



Gertrudenstift in Baunatal

Ökologische Auswirkung der PV

- Die Herstellung der PV-Anlagen braucht auch Energie
- Die Zeit, bis die Anlage genauso viel Energie erzeugt hat heißt **Energierücklaufzeit** (engl: energy pay back time (EPBT))
- Je nach Material der Zelle beträgt diese **0,7 bis 1,5 Jahre**

Ökologische Auswirkungen der PV

Obwohl erneuerbar, entsteht bei Herstellung auch CO₂

Mit allen Vorketten entstehen pro kWh

Energieträger	g CO _{2e}
Photovoltaik	68
Strommix 2019*	401
Windkraft	12
Braunkohle	1.148

* Umweltbundesamt 2020, Wert geschätzt

Solar mobil sein...



Farbige PV & Fassaden



© Fraunhofer ISE



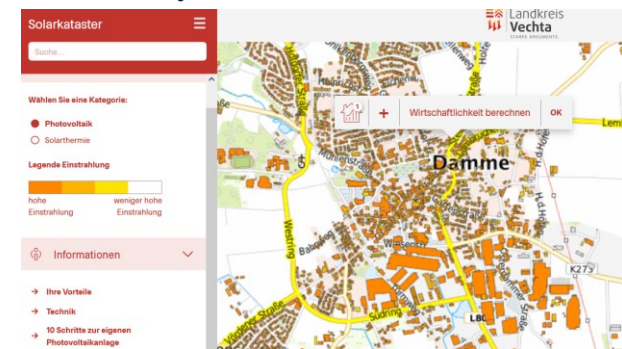
Quelle: SI-Module GmbH



Plusenergiehaus Vivawest

Wieviel leistet mein Dach?

Kostenlose Berechnung auf www.solardachkataster-landkreis-vechta.de



Zusammenfassung

- Der Klimawandel treibt uns zum Handeln
- Nutzung von Photovoltaik-Anlagen senkt CO₂-Erzeugung
- Je nach Einsatzziel gibt es vielfältige Gestaltungsvarianten
- Photovoltaik ist nicht nur ökologisch, sondern auch wirtschaftlich sinnvoll, besonders wenn der erzeugte Strom selbst genutzt wird
- Nutzen Sie die Chancen !

**„Ich würde mein Geld in die Sonnenenergie stecken.
Was für eine Energiequelle!
Ich hoffe, wir müssen nicht warten,
bis uns Öl und Kohle ausgehen,
um die Sache anzupacken“**

Thomas Alva Edison (1847 -1931)

Wärmepumpe: Das erwartet Sie

1. Funktionsprinzip und Geschichte
2. Anwendungsfälle
3. Kosten, Wirtschaftlichkeit
4. Tipps zur Umsetzung
5. Fördermittel
6. Ausblick auf zukünftige Rahmenbedingungen/Gesetze

Heizen ohne Öl und Gas



Nutzen von Umweltwärme

Wärmepumpe (heat pump)



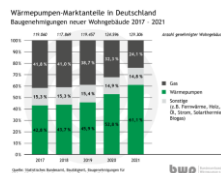
- Wärme ist doch keine Flüssigkeit. Kann man Wärme pumpen ?
- Was wird denn dann überhaupt gepumpt ?
- Woher kommt die Energie für die „Pumpe“?
- Wie soll ich denn damit mein Haus heizen ?

Geschichte der Wärmepumpe

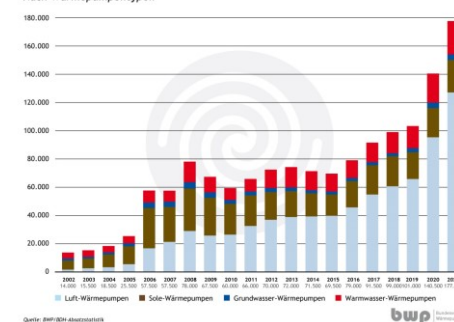
- Erste Versuche im Jahr 1777 (William Cullen/Schottland) seine Idee: In einem Gefäß mit Äther Unterdruck erzeugen, damit der Äther verdampft, dann entsteht Kälte. **Ziel: Kälte erzeugen**
- 1834 schaffte es Jacob Perkins / Amerika, daraus ein funktionierendes Kühlgerät zu bauen, aber die Explosionsgefahr war sehr hoch, daher konnte sich das Produkt nicht durchsetzen
- In den Folgejahren wurde mit verschiedenen Ersatzstoffen (Kältemittel) für Äther experimentiert
- Der Durchbruch gelang 1859 William Thomson / England, der entdeckte, dass das Prinzip der Kälteerzeugung auch hervorragend zur Wärmegewinnung genutzt werden kann.

Geschichte der Wärmepumpe

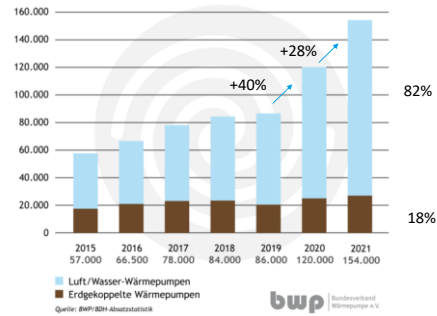
- Die Jahre gingen ins Land, fossile Energien wurden entdeckt und als preiswerte Energie zur Wärmeerzeugung genutzt
- Die Technik wurde ab 1920 in den USA weiterentwickelt, 1938 wurde das Rathaus in Zürich mit einer Wärmepumpe zum Heizen ausgestattet (Wärmequelle: Wasser der Limmat)
- Die 1. Ölkrise 1973 führte zum ersten großflächigen Einsatz dieser Technik, aber auch zum teilweise schlechten Ruf der Wärmepumpe als ineffiziente Geräte, da oft der Ölkessel mit einer Wärmepumpe ausgetauscht wurde, ohne das Gesamtsystem zu optimieren.
- Mittlerweile (2022) werden in Deutschland über 60% der Neubauten mit Wärmepumpen ausgestattet.



Absatzentwicklung Wärmepumpen in Deutschland 2002-2021
Nach Wärmepumpentypen

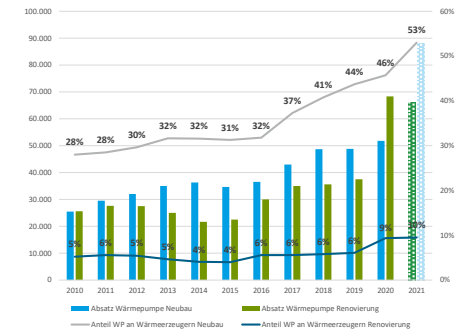


Absatzzahlen für Heizungs-Wärmepumpen
in Deutschland 2015 bis 2021



bwp Bundesverband
Wärmepumpen e.V.

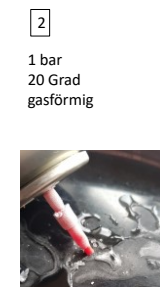
Neubau vs. Bestand



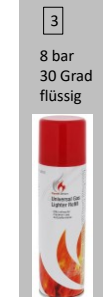
Wie funktioniert eine Wärmepumpe ?



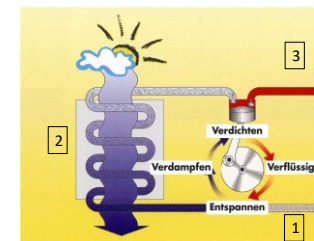
Funktion des „Kältekreislaufs“



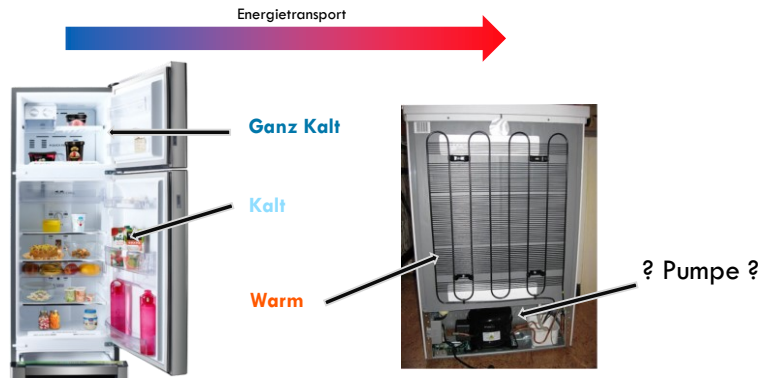
Verdunstungsenergie
wird der Umgebung
entzogen



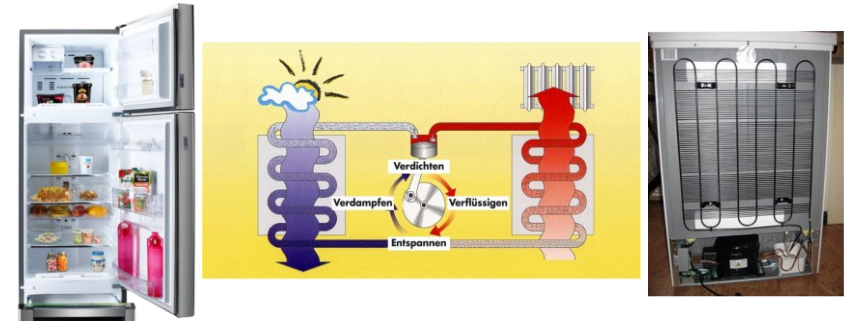
Gedankenexperiment:
Das Gas wird wieder unter Druck
gesetzt und in die Dose zurückgedrückt



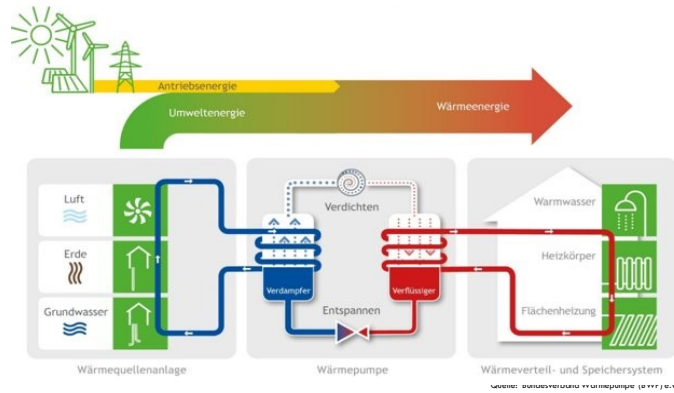
Sie besitzen bestimmt schon eine Wärmepumpe !



Wärmepumpe Kühlschrank

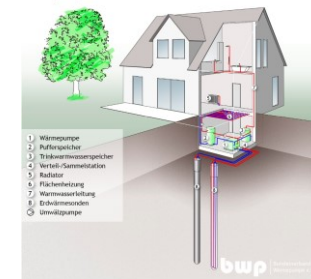


Funktionsprinzip Wärmepumpe

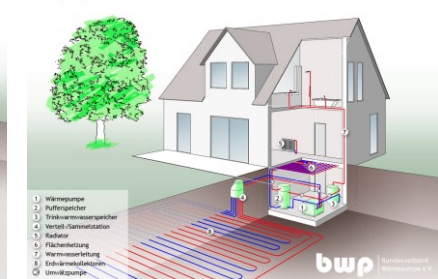


Wärmequelle Erdrreich

Wärmepumpe mit Erdwärmesonden



Wärmepumpe mit Erdwärmekollektoren



Quelle: Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V.

Bohrgerät für Erdsonden



Quelle: Landesenergieagentur Hessen (LEA GmbH)/Dr. Sven Rumohr

Erdwärmekollektoren

Klass. Flächenkollektor



Quelle: Bundesverband Geothermie

Vertikal-Kollektoren (geringerer Flächenbedarf)



Quelle: Geocollect

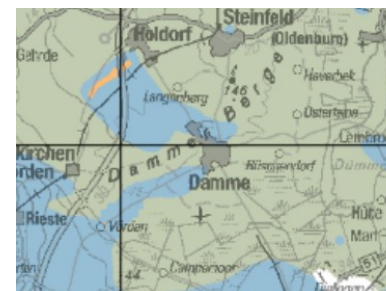
Erdsondenbohrung für ein Mehrfamilienhaus



Quelle: Landesenergieagentur Hessen (LEA GmbH)

<https://media.video.taxi/embed/atWWVwbzI4WN?sources=LEA>

Standortbeurteilung Erdwärmesonden

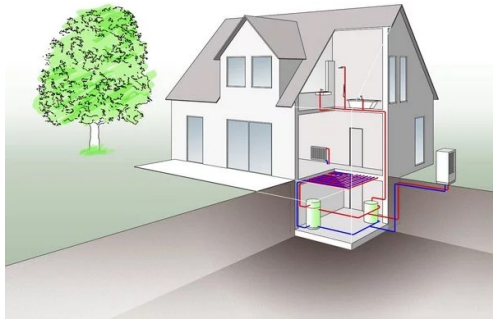


Legende
Nutzungsbedingungen oberflächennaher Geothermie

- Endwärmesetzung durch Erdwärmesonden unzulässig
- Endwärmesetzung durch Erdwärmesonden bedingt zulässig
- Endwärmesetzung durch Erdwärmesonden zulässig

Quelle: LBEG 2022

Wärmequelle Luft



Quelle: Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V.

Wärmequelle Luft

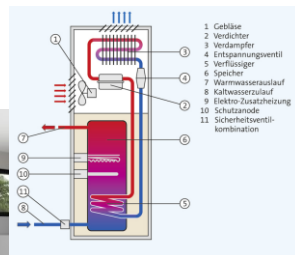


Fotos: Bundesverband Wärmepumpe

Wärmequelle Luft / Brauchwasser-Wärmepumpe

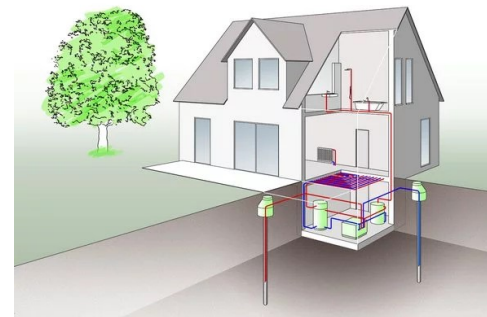


Quelle: Stiebel Eltron



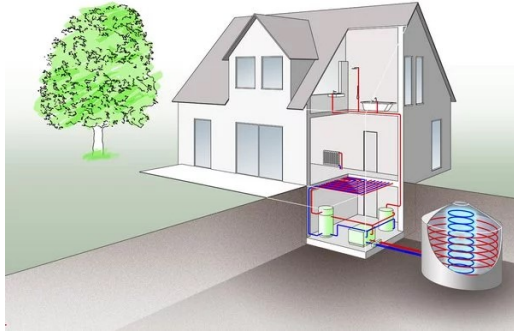
Quelle: Bz.

Wärmequelle Grundwasser



Quelle: Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V.

Wärmequelle Wasserspeicher/Eisspeicher



Quelle: Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V.

Wärmequelle Wasserspeicher/Eisspeicher



Quelle: Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V.



Quelle: Fraunhofer IEE

Neubau Fraunhofer IEE: Eisspeicher 600 m³

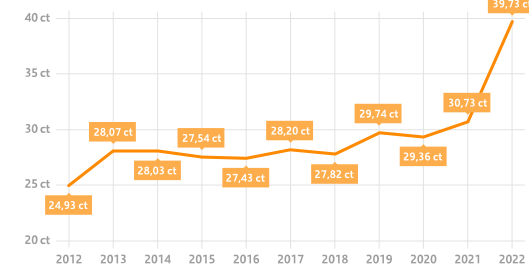
Aktuelle Entwicklung Energiepreise



Entwicklung Strompreis

Strompreisentwicklung 2012–2022

Ø-Strompreis in ct/kWh bei einem Verbrauch von 4.000 kWh/Jahr

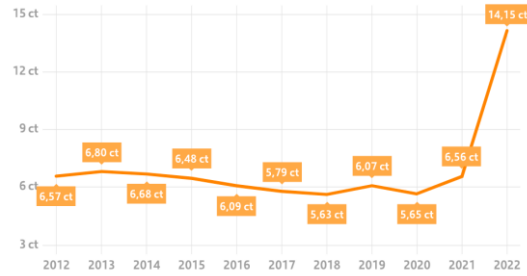


Quelle: verivox.de

Entwicklung Gaspreis

Gaspreisentwicklung 2012 – 2022

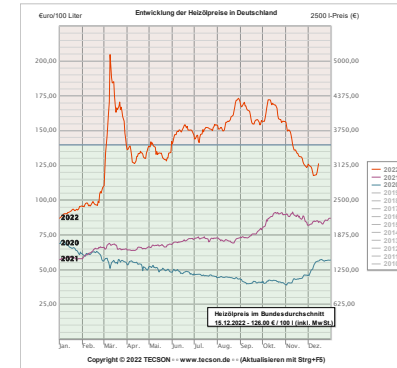
Durchschn. Gaspreis in ct/kWh bei einem Verbrauch von 20.000 kWh/Jahr



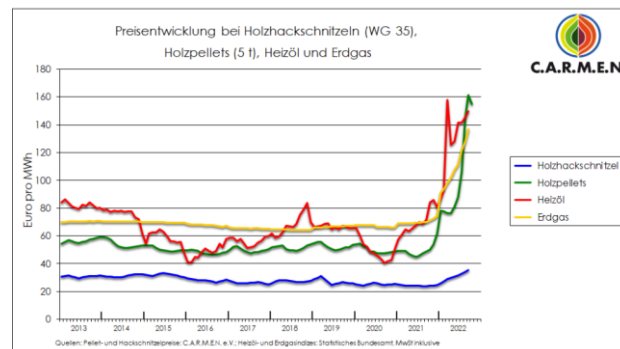
Quelle: verivox.de

Verivox

Entwicklung Heizölpreis



Entwicklung Preise Holzpellets



C.A.R.M.E.N.

Zwischenergebnis:

- Mit einem geschlossenen Kreislauf aus „Verdampfen“ und „Verdichten“ kann auf der einen Seite Wärme entzogen und auf der anderen Seite Wärme mit einer höheren Temperatur erzeugt werden
- Zur „Abkühlung“ stehen verschiedene Medien/Technologien zur Verfügung (Erdreich (Geothermie)), Luft, Wasser))
- Durch den Krieg in der Ukraine, aber auch durch die CO₂-Steuer sind alle Energiepreise unterschiedlich stark angestiegen; die weitere Entwicklung ist nicht vorherzusagen



Kosten

Kosten und CO₂-Emissionen verschiedener Heizsysteme

Annahmen

- Effizienz/Jahresarbeitszahl Luft-Wasser-Wärmepumpe: **3**
- Effizienz/Jahresarbeitszahl Erdreich(Sole)-Wasser-Wärmepumpe: **4**
- Jahresenergiebedarf: 20.000 kWh entspricht ca. 2.000 Liter Heizöl oder ca. 2.000 cbm Erdgas
- Stromkosten: 40 Ct/kWh
- Heizöl: 1,25 EUR/Liter
- Gas: 14 Ct/kWh
- Pellets: 600 EUR/t
- Austausch Öl-Kessel (Öl-Bonus + 10%)

Kosten und CO₂-Emissionen verschiedener Heizsysteme

Basis: Nutzenergie: 20.000 kWh/a

	Einheit	Heizöl-Brennwert	Gas-Brennwert	Erdreich-WP	Luft-WP	Holzpellet
Investition	€	12.500	9.600	38.500	26.500	27.000
Förderung *	€	0	0	-17.020	-8.943	-5.400
Effekt. Invest	€	12.500	9.600	25.530	16.608	21.600
Energiekosten	€/a	3.091	3.354	2.240	2.907	2.881
Kapitalkosten (Invest)	€/a	764	587	1.413	1.053	1.321
Wartungskosten	€/a	295	245	100	100	395
Gesamtkosten	€/a	4.151	4.100	3.718	3.943	4.654
CO ₂ -Ausstoß/Strommix Bund	tCO ₂ /a	7,3	5,6	2,2	2,9	0,1
mit Strom aus EE**	tCO ₂ /a	7,3	5,6	0,3	0,4	0,1

* Bei der Förderung ist der Öl-/Gas-Austauschbonus von +10% berücksichtigt ** 54gCO₂/kWh

Effizienz von Wärmepumpen

Die Vorlauftemperatur ist entscheidend !!!

Verbrennung (Temperatur >100 Grad)



Verbrennungstemperatur wird durch Mischer reduziert



Höhe der Vorlauftemperatur für effiziente Nutzung nicht entscheidend



Umweltwärme (Temperatur 0 bis 100 Grad)

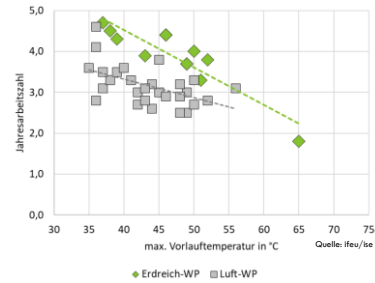


Umgebungs-wärme wird durch Wärmepumpe angehoben

Niedrige Vorlauftemperatur ist für eine hohe Effizienz **SEHR** entscheidend

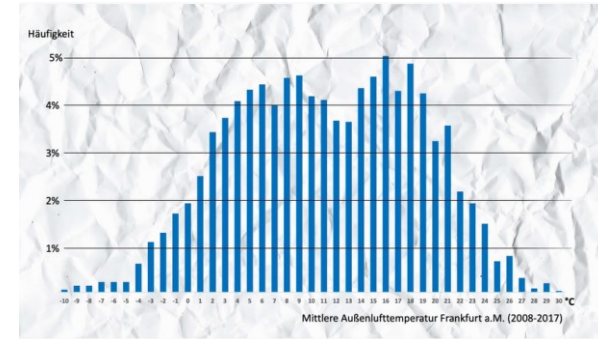
Effizienz von Wärmepumpen

Jahresarbeitszahl in Abhängigkeit der max. Vorlauftemperatur

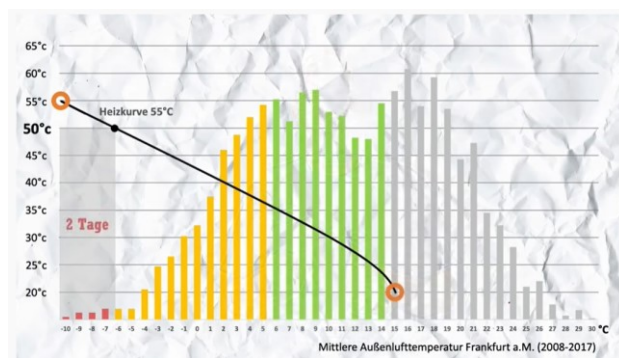


Jahresarbeitszahl
=
 $\frac{\text{Produzierte Heizenergie}}{\text{eingesetzter Strom}}$
im Jahresmittel

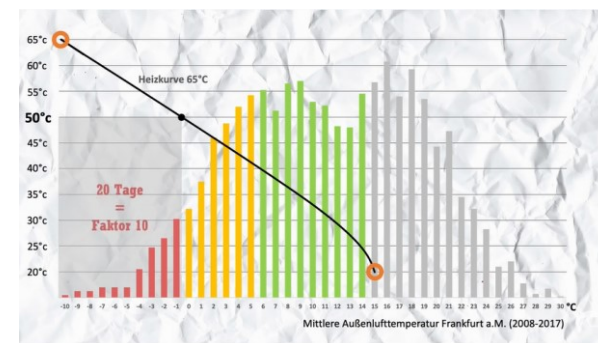
Knackpunkt Vorlauftemperatur



Knackpunkt Vorlauftemperatur



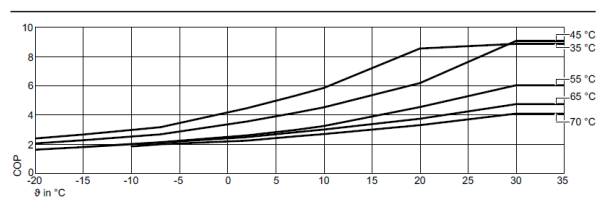
Knackpunkt Vorlauftemperatur



Beispiel: Leistungszahl einer Luft-Wasser-Wärmepumpe

in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur und der Lufttemperatur

Leistungszahl COP bei Vorlauftemperaturen 35 °C, 45 °C, 55 °C, 65 °C, 70 °C



θ Lufttemperatur
P Wärmeleistung
P_e Elektrische Leistungsaufnahme
COP Leistungszahl

Hinweis

■ Daten für COP in den Tabellen und Diagrammen wurden in Anlehnung an EN 14511 ermittelt.
■ Leistungsmerkmale gelten für neue Geräte mit sauberen Platten-Wärmetauschern.

Quelle: Viessmann

$$\text{Leistungszahl (COP)} = \frac{\text{Heizwärme}}{\text{eingesetzter Strom}}$$

Im Betriebspunkt

Entscheidend: Die Vorlauftemperatur

Ziel:

Begrenzung der notwendigen Vorlauftemperatur im gesamten Heizsystem auf max. 55 Grad

(der Raum mit der höchsten notwendigen Vorlauftemperatur bestimmt die max. Systemtemperatur im gesamten Heizsystem)

Jedes Grad weniger bei der Vorlauftemperatur ergibt eine Einsparung von bis zu 2,5 % im Jahresenergieverbrauch der Wärmepumpenanlage.

Die Vorlauftemperatur

wird bestimmt von:

- **Verhältnis von Heizkörpergröße und Wärmebedarf des Raums** (Verringerung der Wärmeverluste durch Fenstertausch, Dämmung von Wänden und Dach, etc.; Anpassung der Heizkörper)
- **Guter Verteilung der Wärme im Haus** (Hydraulischer Abgleich)
- **Einstellung der Heizkreis-Regelung** (Heizkreis-Kennlinie)

Weniger Wärmeverluste durch Dämmung

- Größe der Heizanlage (maximale Heizleistung) kann reduziert werden
- Bestehende Heizkörper können mit geringerer Vorlauftemperatur die Komforttemperatur erreichen
- Reduktion der Energiekosten insgesamt

Wärmeleistungen in W_{th}, 70/55 °C

BH	200	300	400	500
10/15	22	33	44	55
15/20	22	33	44	55
20/25	22	33	44	55
25/30	22	33	44	55
30/35	22	33	44	55
35/40	22	33	44	55
40/45	22	33	44	55
45/50	22	33	44	55
50/55	22	33	44	55
55/60	22	33	44	55
60/65	22	33	44	55
65/70	22	33	44	55
70/75	22	33	44	55
75/80	22	33	44	55
80/85	22	33	44	55
85/90	22	33	44	55
90/95	22	33	44	55
95/100	22	33	44	55
100/105	22	33	44	55
105/110	22	33	44	55
110/115	22	33	44	55
115/120	22	33	44	55
120/125	22	33	44	55
125/130	22	33	44	55
130/135	22	33	44	55
135/140	22	33	44	55
140/145	22	33	44	55
145/150	22	33	44	55
150/155	22	33	44	55
155/160	22	33	44	55
160/165	22	33	44	55
165/170	22	33	44	55
170/175	22	33	44	55
175/180	22	33	44	55
180/185	22	33	44	55
185/190	22	33	44	55
190/195	22	33	44	55
195/200	22	33	44	55

Wärmeleistungen in W_{th}, 55/45 °C

BH	200	300	400	500
10/15	22	33	44	55
15/20	22	33	44	55
20/25	22	33	44	55
25/30	22	33	44	55
30/35	22	33	44	55
35/40	22	33	44	55
40/45	22	33	44	55
45/50	22	33	44	55
50/55	22	33	44	55
55/60	22	33	44	55
60/65	22	33	44	55
65/70	22	33	44	55
70/75	22	33	44	55
75/80	22	33	44	55
80/85	22	33	44	55
85/90	22	33	44	55
90/95	22	33	44	55
95/100	22	33	44	55
100/105	22	33	44	55
105/110	22	33	44	55
110/115	22	33	44	55
115/120	22	33	44	55
120/125	22	33	44	55
125/130	22	33	44	55
130/135	22	33	44	55
135/140	22	33	44	55
140/145	22	33	44	55
145/150	22	33	44	55
150/155	22	33	44	55
155/160	22	33	44	55
160/165	22	33	44	55
165/170	22	33	44	55
170/175	22	33	44	55
175/180	22	33	44	55
180/185	22	33	44	55
185/190	22	33	44	55
190/195	22	33	44	55
195/200	22	33	44	55

Anpassung der Heizkörper

- **Tausch der Heizkörper**
(größere Fläche zur Wärmeabgabe)

57 mm Typ 10

60 mm Typ 11

70 mm Typ 215

102 mm Typ 22

152 mm Typ 33

Wärmeleistungen in Watt, 70/55° C												
BH	200	300	400	500								
R _h /Typ	22	33	44	11	22	33	44	11	22	33	10	11
400	-	-	-	175	308	431	-	228	391	543	175	278
500	-	-	-	219	385	539	-	285	488	678	219	348
600	307	488	638	261	462	647	802	342	586	814	342	556
700	405	570	744	307	539	754	936	399	683	950	399	648
800	462	651	850	350	616	862	1070	456	781	1085	456	741
900	520	733	957	394	693	970	1203	513	879	1221	513	833
1000	578	814	1063	438	770	1078	1337	570	976	1357	570	926

Wärmeleistungen in Watt, 55/45° C												
BH	200	300	400	500								
R _h /Typ	22	33	44	11	22	33	44	11	22	33	10	11
400	-	-	-	112	195	273	-	145	247	343	111	177
500	-	-	-	140	244	342	-	181	309	428	139	221
600	219	307	399	167	293	410	507	218	371	514	167	265
700	255	358	465	195	342	478	592	254	432	599	195	312
800	292	409	532	223	391	546	676	290	494	685	223	353
900	328	460	598	251	440	615	761	326	556	771	251	398
1000	365	511	665	279	488	683	845	363	618	856	279	442

Anpassung der Heizkörper

Niedertemperaturheizkörper



Aluminium,
große Flächen

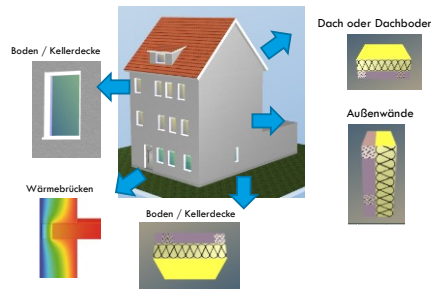


Zusätzliche Lüfter



NT-Heizkörper mit
integriertem „Booster“

Bessere Auslegung der Heizkörper durch Heizlastberechnung



Grafiken: Jörg Ludwig



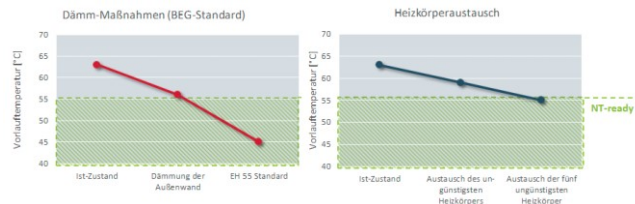
Heizlast:
Die Wärmeleistung, die kontinuierlich fließen muss, um bei der Auslegungstemperatur (z.B. Eschwege: -11,9 °C) die gewünschte Raumtemperatur zu erreichen

Beispiel: Ergebnis einer Heizlastberechnung

Heizlast nach DIN EN 12831 Bbl.1												
Bezeichnung	Heizlast											
Nutzungseinheit	EPH											
Lüftungskonzept	Lüftungskonzept (L)											
Stefte Außentemperatur	-15,5 °C											
Wärmere Außentemperatur	7,9 °C											
Normheizlast	9.819 W											
Aufheizlast	1.843 W											
Ausgleichsleistung	10.862 W											
Räume	Aufheizlast	Ergebnisse										
ID	Raum	Raum-Nr.	Geschoss	TVW_g [W]	TVW [W]	LWV_g [W]	LWV_gf [W]	LWV_gu [W]	LWV_mest [W]	Heizlast [W]	Aufh. [W]	Ausgl. [W]
1	Abstellraum	DG 06	1	297	531	57	43	15	0	388	44	432
2	Arbeitsraum	DG 01	1	1803	1887	411	378	33	0	2288	174	2462
3	Bad	EG 03	0	232	355	78	39	39	0	433	27	460
4	Bad	DG 03	1	342	409	106	67	39	0	514	27	542
5	Balkon	EG 06	0	312	338	17	0	17	0	355	64	419
6	Flur	EG 09	0	22	-73	0	0	0	0	-73	22	-51
7	Galerie	DG 07	1	428	201	268	268	0	0	470	106	576
9	Kind 1	DG 05	1	900	927	257	225	22	0	1184	100	1284
10	Kind 2	DG 04	1	781	792	209	188	20	0	1001	88	1089
11	Küche	EG 07	0	739	776	280	225	55	0	1064	111	1175
13	Schlafzimmer	EG 04	0	659	656	207	187	20	0	863	88	951
14	Treppe	EG 10	0	26	-20	0	0	0	0	-20	24	3
15	Vorraum	EG 08	0	148	161	46	32	15	0	207	25	232
17	WC	EG 02	0	84	99	46	12	35	0	145	9	154
18	Wohnung	EG 01	0	98	-1	36	36	0	0	35	24	60
20	Wohnen	EG 05	0	707	718	234	212	22	0	952	100	1052

Niedertemperatur(NT) Ready (55 Grad)

Strategien zur Absenkung der max. Vorlauftemperatur



Niedertemperatur Ready (55 Grad)

Wirkung von verschiedenen Maßnahmen auf die max. Vorlauftemperatur am Beispiel eines Einfamilienhauses

Varianten	Effizienz-niveau	Außenwand, Fenster, Türen	Dach, Dachfenster, Gauben, oberste Geschossdecke	Kellerdecke, Kellerwände, Bodenplatte	Außenwand	keine Anlagenmaßnahmen	Austausch des ungünstigsten Heizkörpers	Austausch der fünf ungünstigsten Heizkörper
		Modernisierungspakete			Einzelg.	Vorlauftemperatur [°C]		
Ist-Zustand	unsaniert					65	59	55
1	EhV / dEG	x				54	53	48
2			x			59	57	51
3				x		63	58	54
4		x	x			47	47	48
5			x	x		55	54	51
6	KW / BEG Einzelmaßnahmen	x				54	53	48
7		x	x	x		47	47	48
8					x	56	54	51
9		x				53	53	47
10			x			58	56	51
11				x		69	58	54
12		x	x			46	45	41
13		x		x		54	54	50
14		x				53	53	49
15		x	x	x		45	41	41
16					x	56	54	51

Pragmatisches Vorgehen eines Praktikers

Ausgangssituation: Beheizung des Gebäudes mit Gasheizung
Kessel 25 kW, Jahresverbrauch 35 MWh Wärme inkl. Warmwasser

- Stufe 1: Überzeugungsarbeit in der Familie, dass der Garten neu gestaltet werden sollte.
- Stufe 2: Angedeutet, dass man dann auch gleichzeitig Erdwärmebohrungen ausführen kann.
- Stufe 3: In der kalten Jahreszeit alle Heizkörper aufgedreht und die Vorlauftemperatur täglich etwas abgesenkt. Beschwerden der Familie registriert.
- Stufe 4: Temperatur langsam angehoben, bis die Mehrzahl der Zimmer wieder ausreichend warm war und die Beschwerden endeten.
- Stufe 5: Heizkörper in den Bädern und zwei Räumen von 1-lagig auf 3-lagig ausgetauscht.
- Ergebnis: Vorlauftemperatur von 45-50°C ist ausreichend, um die Behaglichkeit aller Familienmitglieder zu gewährleisten.

Quelle: U.Monds/Wetzlar

Pragmatisches Vorgehen eines Praktikers

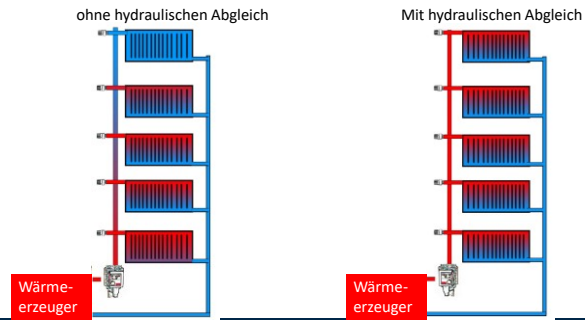
Ausgangssituation: Beheizung des Gebäudes mit Gasheizung
Kessel 25 kW, Jahresverbrauch 35 MWh Wärme inkl. Warmwasser

- Stufe 6: Bestimmung der tatsächlich benötigten Leistung, Berechnung des Wärmeverlust über die Außenhülle des Gebäudes.
- Ergebnis: 14 kW sind ausreichend.
- Stufe 7: Ziel bei der Bohrung war es, mit möglichst nur einer Bohrung, die mit reinem Wasser als Wärmeträger genutzt werden kann, auszukommen.
- Ergebnis: Eine Bohrung von 300 m Tiefe wird benötigt
- Stufe 8: Beantragung Wasserecht (und Bergrecht / § 127 BBergG)
 => Genehmigung bekommen und Bohrunternehmen bestellt.
- Stufe 9: Moralisch die Familie auf die kommenden Tage eingestellt.

Quelle: U.Monds/Wetzlar

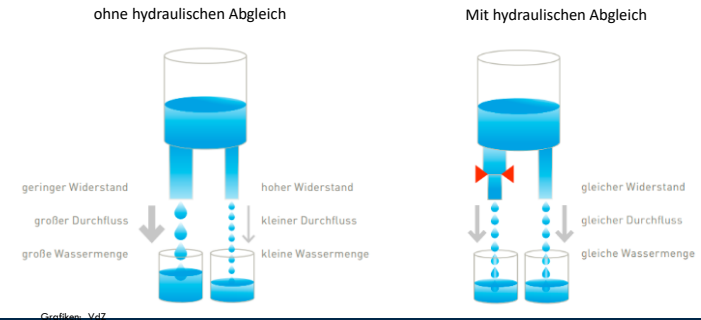
Hydraulischer Abgleich

Gleichmäßige Verteilung der Wärme im Heizsystem

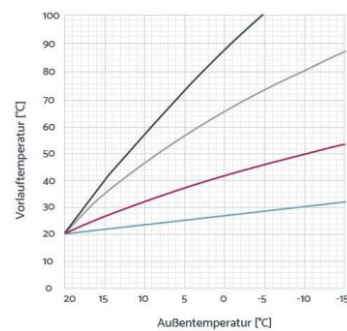


Hydraulischer Abgleich

Das physikalische Prinzip



Heizkurve



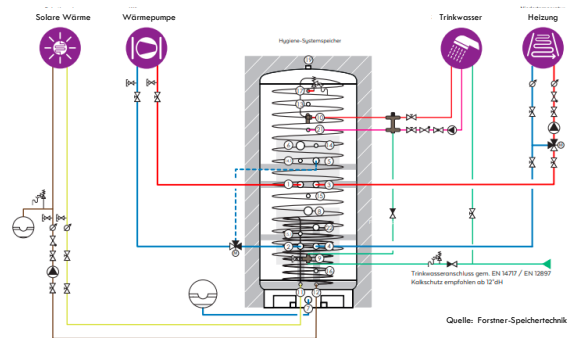
Hybridsysteme

Kann ich mehrere Wärmeerzeuger benutzen ?

- Wärmepumpe für moderate Temperaturen
- z.B. die bestehende Gasheizung zusätzlich für echt kalte Tage
- Kombination von Solarthermie und Wärmepumpe

Hybridsysteme

Beispiel: Einbindung mehrerer Wärmeerzeuger über einen Schichtenspeicher



Photovoltaik und Wärmepumpe



Wo lohnt sich PV und Wärmepumpe?

- Neubauten und sanierte Altbauten
- Je besser das Gebäude gedämmt, desto höher der Deckungsanteil der PV
- WP erhöht den Eigenverbrauch einer PV-Anlage
- Vorlauftemperatur sollte nicht über 55°C sein, je niedriger je besser



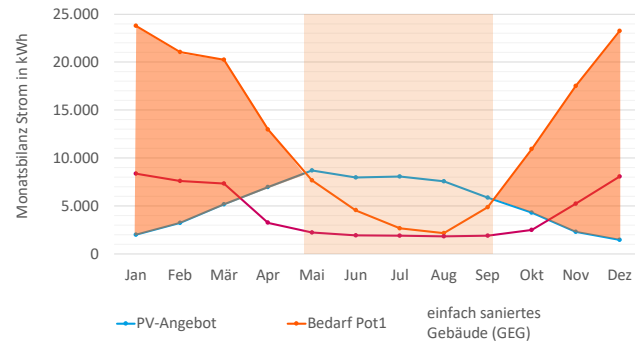
Foto: TR / pixelio.de

Wärmepumpe und Photovoltaik

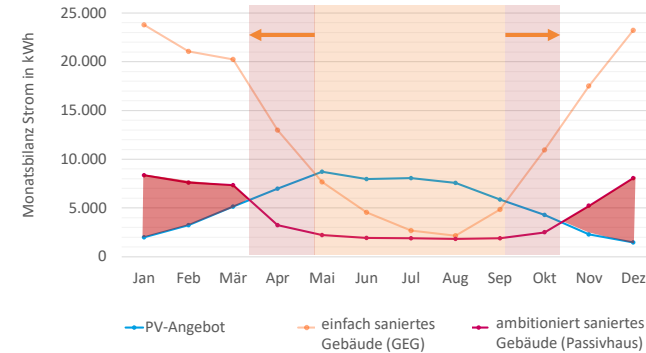
Prozentuale monatliche Verteilung von Heizwärmebedarf und Solarstromerzeugung



Strombedarf der Wärmeerzeugung und PV-Angebot



Strombedarf der Wärmeerzeugung und PV-Angebot



PV und Wärmepumpe

Unter welchen Bedingungen ist der Einbau ratsam?

- Gebäude sollten „NT-ready“ sein, d.h. eine Vorlauftemperatur von max. 55°C sollte ausreichen
 - Heizlastberechnung von jedem Raum
 - Leistung vorhandener Heizkörper bei 55°C ermitteln
- Gebäude nach 1995 müssten ohne Heizkörperaustausch auskommen
- Zw. 1978 und 1994: Austausch einzelner Heizkörper
- Vor 1978: zusätzliche Dämmmaßnahmen notwendig

PV und Wärmepumpe

Speicherung

- Geringe Gleichzeitigkeit
- Strom kann bei Überschuss auch anderweitig verwendet werden, Wärmeerzeugung ist angewiesen auf Netzbezug
- Kurzfristige Speicherung durch höhere Raumtemperaturen möglich
- Kombination mit Solarthermie: Regeneration von Erdschleifkollektoren. Einsparung von ca. 25% der Kollektorfläche

PV und Wärmepumpe

Randbedingungen

- Stromnetze/ Dunkelflauten
- EE-Strom-Verfügbarkeit
- Verfügbarkeit Wärmequellen (Grundwasser/Boden/Luft)
- Geräusentwicklung
- Technologieverfügbarkeit (Produktion von Rohstoffen und Modulen in Asien)



Einzelmaßnahmen Fördersätze (Zuschuss) ab 2023

Maßnahme	Fördersatz
Gebäudehülle	15%
Anlagentechnik Optimierung (Heizanlagen mit fossilen Brennstoffe dürfen nicht älter als 20 Jahre sein)	15%
HEIZUNGSTECHNIK	
1 Solarkollektoranlage	25%
2 Biomasse-Heizanlage (Staub max. 2,5mg pro m³) - nur in Kombination mit EE-Anlage zur Warmwasserbereitung (z.B. Solarthermie oder Wärmepumpe)	10%
3 Innovative Heizungstechnik auf Basis EE (Erneuerbare Energien)	25%
4 Wärmepumpen Effizienzbonus bei Wärmequelle Erdreich oder Wasser Bonus für natürlich Kältemittel* (nicht kombinierbar mit Effizienzbonus)	25% + 5% + 5%

* R290 Propan, R600a Isobutan, R1270 Propan, R717 Ammoniak, R718 Wasser und R744 Kohlendioxid

Einzelmaßnahmen Fördersätze (Zuschuss) ab 2023

Maßnahme	Fördersatz
HEIZUNGSTECHNIK	
5 Brennstoffzellenheizung (nur bei Betrieb mit grünem Wasserstoff oder Biogas)	25%
6 Errichtung und Aufbau eines Wärmenetzes zwischen Gebäuden mit mind. 65% EE-Anteil*	25%
7 Gebäudenetz mit Biomasse-Anteil Ohne / max. 25% / max. 75%	30% / 25% / 20%

* Unvermeidbare Abwärme wird auf den EE-Anteil angerechnet

Zusatzförderung (Boni)

Austausch-Bonus für Öl- und Gasheizungen

Beim Austausch einer mit dem Brennstoff Öl oder Gas betriebenen Heizungsanlage wird ein **zusätzlicher Bonus in Höhe von 10 %** gewährt werden, wenn eine der folgenden Anlagen eingebaut wird:

- Solarthermie
- Biomasseheizung
- Wärmepumpe
- Brennstoffzelle
- Innovative Heizungschnik
- Anschluss an Wärme- oder Gebäudenetz

Zusatzförderung (Boni)

iSFP-Bonus

- Ist eine energetische Sanierungsmaßnahme Bestandteil eines individuellen Sanierungsfahrplans (iSFP) und wird diese innerhalb eines Zeitraums von maximal 15 Jahren nach Erstellung des iSFP umgesetzt, erhöht sich der für diese Maßnahme vorgesehene Fördersatz um **zusätzliche 5 % für alle Maßnahmen an der Gebäudehülle und der Optimierung der Anlagentechnik**.
- Die Erstellung des individuellen Sanierungsfahrplans wird durch die „Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude“ bezuschusst.
- Qualifizierte Energieberater:innen finden Sie über: www.energie-effizienz-experten.de

Qualifikation: Energieberatung

 Energieberatung für Wohngebäude

Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude (Vor-Ort-Beratung, individueller Sanierungsfahrplan (iSFP))

Gefördert wird die Energieberatung für Wohngebäude, die älter als 10 Jahre sind. Ergebnis der Beratung ist ein individueller Sanierungsfahrplan (iSFP), der über eine standardisierte Software vom Berater erstellt wird.

Gebäude	Fördersatz
Ein- und Zweifamilienhäuser	80% max. 1.300 EUR
Ab drei Wohneinheiten	80% max. 1.700 EUR
Wohnungseigentümergeinschaften (WEG), Bericht in der Eigentümerversammlung	500 EUR

Weitere Infos zum individuellen Sanierungsfahrplan (iSFP) unter:
www.febs.de/beraten-finanzieren/isfp

So kann Ihr Vorhaben gelingen

1. **Sorgfältig planen**, möglichst individuellen Sanierungsfahrplan (iSFP) erstellen (lassen)
2. **Zuerst Fördermittel beantragen**, dann das Vorhaben beginnen
3. Bei (fast) allen Förderprogramm ist die **Hinzuziehung eines Energie-Effizienz-Experten** notwendig (bis auf Austausch der Heizung, da ist die Fachunternehmererklärung des Installationsbetriebs ausreichend)

Weitere Informationen

Informationen des Bundesverbands Wärmepumpe

www.bwp.de

E-Learning Modul für Auszubildende und Interessierte

<https://www.waermepumpe.de/fuer-handwerker/training/>

Studie ifeu-Institut zur Reduktion der max. Vorlauftemperatur auf 55 Grad im Bestand

<https://www.ifeu.de/projekt/energieeffizienz-als-tueroeffner-fuer-erneuerbare-energien-im-gebaeudebereich/>

Sehr anschauliches Erklärvideo des Kollegen „Energiekommissar“ Carsten Herbert aus Darmstadt zum Einsatz von Wärmepumpen im Altbau

<https://www.youtube.com/watch?v=KquJsQCfQJs>

Sehr sehenswert !!!!



Weitere Informationen

Informationen der Landesenergieagentur Hessen (LEA) über Geothermie/Wärmepumpe

https://www.buergerforum-energiewende-hessen.de/faktencheck_geothermie

Förderdatenbank des Bundes, der Länder und der EU

<https://www.foerderdatenbank.de>

Effizienz von Wärmepumpen

Die Vorlauftemperatur ist entscheidend !!!

Verbrennung (Temperatur >100 Grad)



Verbrennungstemperatur wird durch Mischer reduziert



Umweltwärme (Temperatur 0 bis 100 Grad)



Umgebungswärme wird durch Wärmepumpe angehoben



Höhe der Vorlauftemperatur für effiziente Nutzung nicht entscheidend



Niedrige Vorlauftemperatur ist für eine hohe Effizienz **SEHR** entscheidend

Ausblick

Systemumstellung Wärme ohne fossile Energien
- 65% Erneuerbare Energien bei Heizsystemen
- Begrenzung des Betriebsjahre von Heizkesseln

Novellierung Gebäudeenergiegesetz (GEG)

CO₂-Abgabe

Aufteilung der CO₂-Abgabe zwischen Vermieter und Mieter

Preisentwicklung Energie



Ausblick

Systemumstellung Wärme ohne fossile Energien

- 65% Erneuerbare Energien bei Heizsystemen
- Begrenzung des Betriebsjahre von Heizkesseln

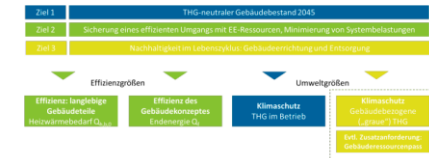
- Ziel: 2045 keine fossilen Energien mehr zur Wärmeerzeugung
- Zwischenschritt: ab 2024 müssen alle neuen Heizsysteme zu mind. 65% Wärme aus erneuerbaren Energien erzeugen
- Zwischenschritt: ab 2026 werden die zulässigen Betriebsjahre von fossilen Heizsystemen nach und nach von 30 Jahren auf 20 Jahre begrenzt (Kessel die 1996 eingebaut wurden, dürfen noch 30 Jahre betrieben werden, Kessel die 2026 eingebaut werden, nur noch 20 Jahre)

https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/65-prozent-erneuerbare-energien-beim-einbau-von-neuen-heizungen-ab-2024.pdf?__blob=publicationFile&v=6

Ausblick

Anpassung GEG

- Ziel: Klimaneutrale Gebäude
- Zwischenschritt: GEG 2023 sieht als Standard den Effizienzhausstandard EH55 vor (bisher EH 70)
- Zwischenschritte: Novellierung 2024 und Folgejahre - konsequente Ausrichtung am CO₂-Ausstoß, Nachhaltigkeit



https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/221005-ry-geg-endbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=4

Ausblick

CO₂-Abgabe

- Ziel: Wirtschaftliche Anreize zur Reduktion von CO₂

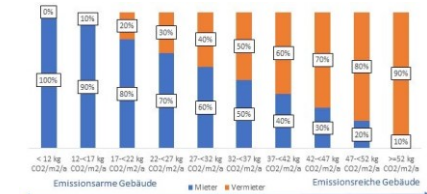
CO ₂ -Preis (Treibhausgas potentiell)	Bärsenpreishöhung Strom gesell. Stand 2018 €/kWh	auf Erdgas €/kWh	auf Heizöl leicht, Diesel €/l	auf Benzin €/l	auf Steinkohle €/kg	
25	0,0103	0,063	0,083	0,073	0,085	2021
40	0,0162	0,010	0,128	0,115	0,134	
60	0,0237	0,015	0,192	0,172	0,201	
65	0,0267	0,016	0,215	0,189	0,221	2026
80	0,0299	0,020	0,255	0,230	0,268	
100	0,0345	0,025	0,319	0,287	0,335	

Quelle: www.co2atlas.de

Ausblick

Aufteilung der CO₂-Abgabe zwischen Vermieter und Mieter

- Ziel: Wirtschaftliche Anreize für Vermieter zur energetischen Sanierung schaffen



Anm.: Stufe 1 entspricht in etwa Effizienzhaus-Standard 55

Ausblick

Entwicklung Energiekosten



?

Herzlichen Dank für Ihr Interesse



Heckerstraße 6 D-34121 Kassel
Tel: +49 561 25770 Fax: +49 561 3161201
email: info@keea.de web: www.keea.de

