

Willkommen zum Vortrag

Nachhaltiges Heizen

Wärmepumpen in Bestandsgebäuden



Referent : Dr.-Ing. Peter Klafka
S4F Regionalgruppe Aachen

Beginn: 19:00 Uhr

31.03.2023
Ingelheim

- Studiert: Elektrotechnik RWTH Aachen
- Promoviert: Energiewirtschaft: langfristige Planung KWK-Systeme
- 1994 – 1998 **Beratung:** Ausbauplanung KWK und regenerative Energien
- 1998 **Gründung** eigenes Beratungsunternehmen
Strategie, Liberalisierung, Marktregeln
- Seit 2000 **Klafka & Hinz Energie-Informationssysteme GmbH**
heute 150 Mitarbeiter
- Software für die Energiewirtschaft:**
Energiedaten, EEG, Prognose, finanzielle Abrechnung
- Geschäftsprozesse**
- Energiewirtschaftliche Fragestellungen**
Planung und Bau von Anlagen-Prototypen in Energie-Systemen
- Ehrenamtlich engagiert bei **Scientists for Future**,
u.a. Regionalgruppe Aachen, Koordination bundesweite Fachgruppe Energie

Viele Infos heute:

- Folien werden auf Wunsch zugesendet: WPAK-S4F-AC@gmx.de
- Austauschgruppe Erfahrungen mit Wärmepumpe
- Bilder machen erlaubt

Mythen und Fakten zur 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 genauso oder effizienter sein als Geothermie-Wärmepumpen.

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

Falsch

Die Behauptung

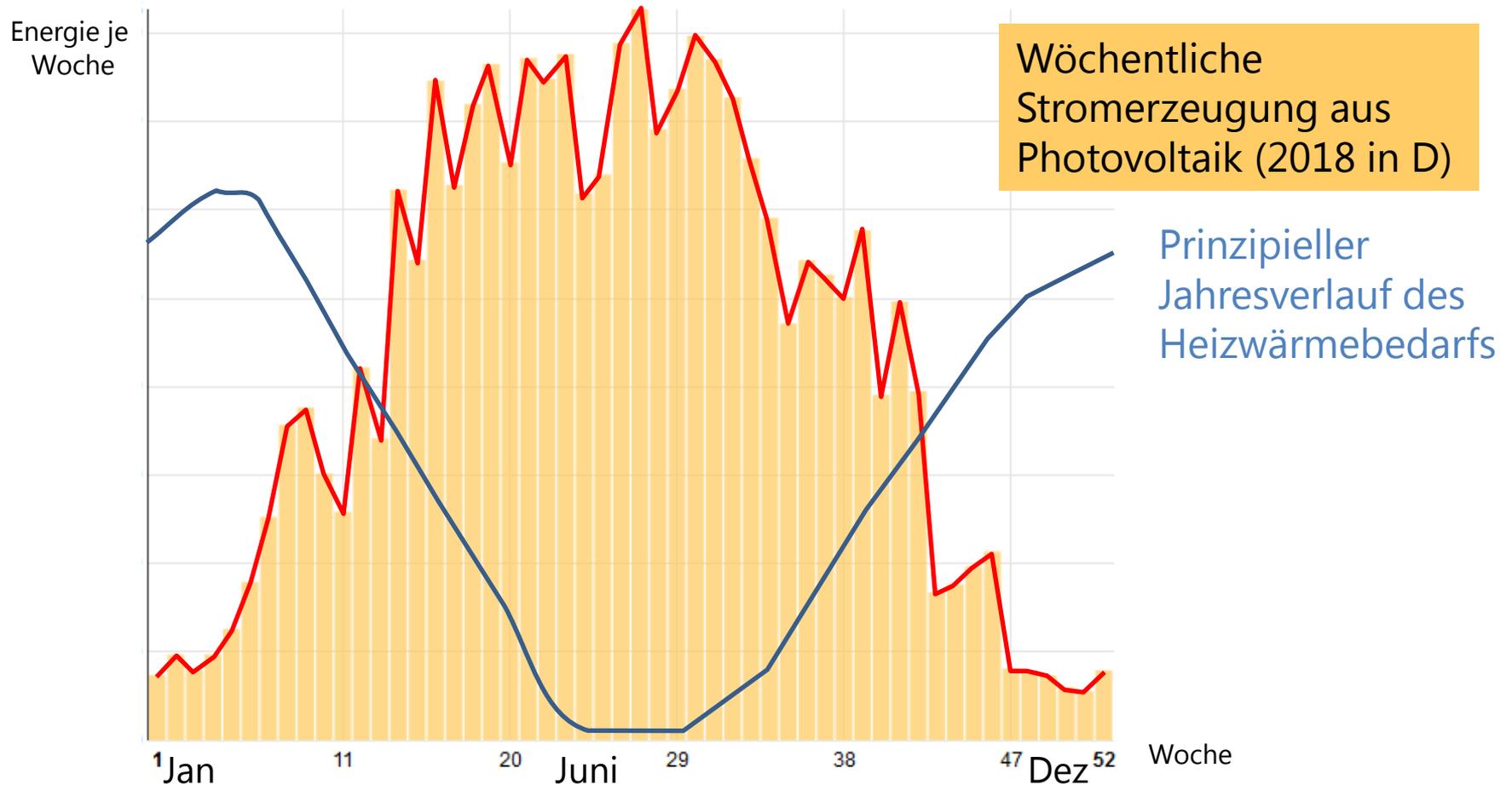
„Wir werden nie genug Strom haben, damit alle mit Wärmepumpen heizen können“
ist falsch.

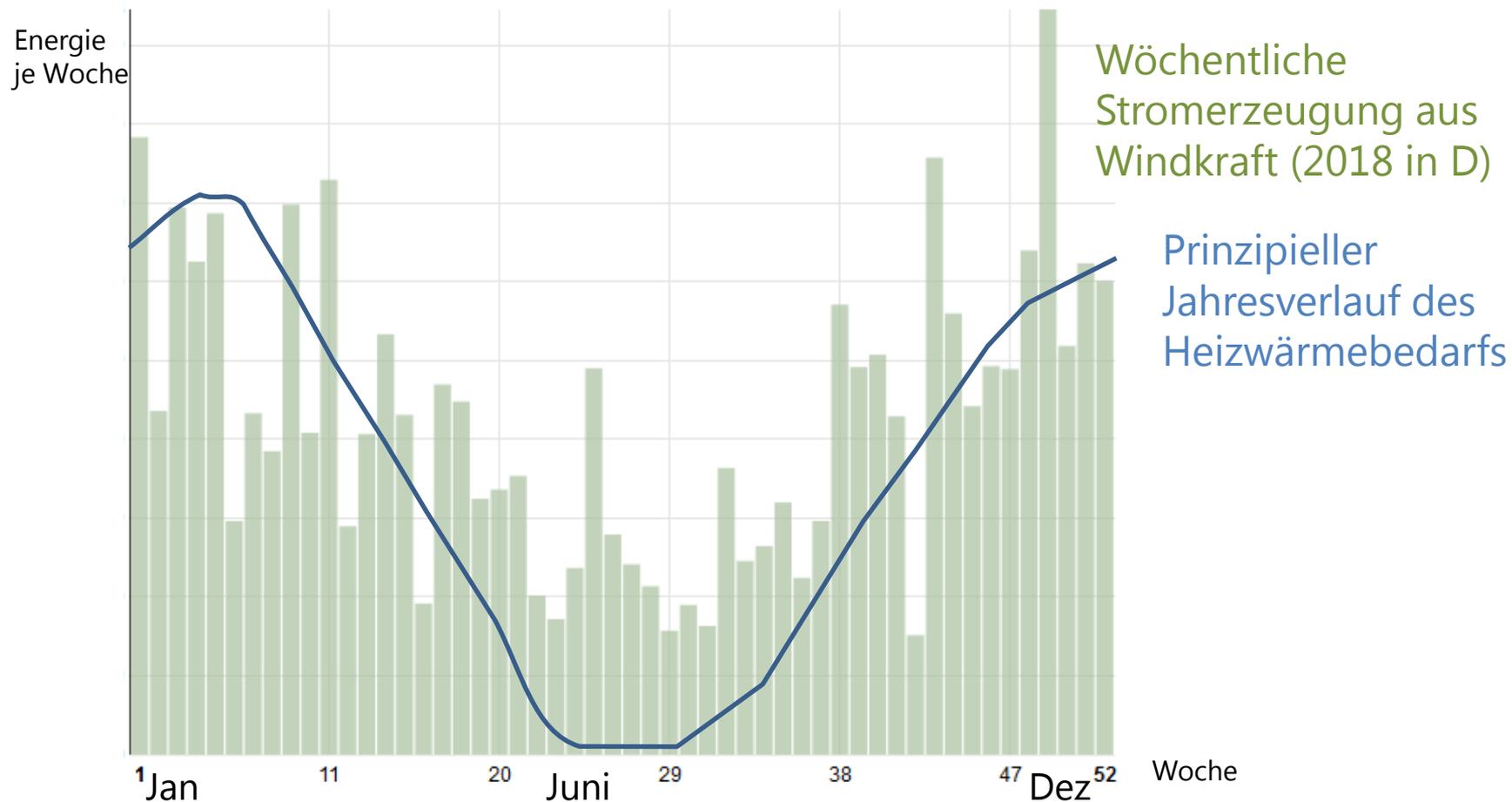
Richtig

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

Eigener Vortrag: 100 % klimaneutrale Energieversorgung

Energiewirtschaft





klimateutraler Strom
für **Heizungs-Wärmepumpen**
zum kleineren Teil aus Photovoltaik,
überwiegend aus **Windkraft**

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

Warmwasser- Wärmepumpe

Gute Möglichkeit im **ungedämmten** Keller

Wärmequelle ist die Kellerluft
Wärme strömt nach durch
Kellerwände und Kellerboden

Sehr einfacher Anschluss:
nur Kaltwasserzuleitung,
Warmwasser-Leitung und
Kondensatablauf

Vorteil: Keller wird entfeuchtet



Niedrige elektrische
Anschlussleistung

Ca. 2.500 € (nur Gerät)

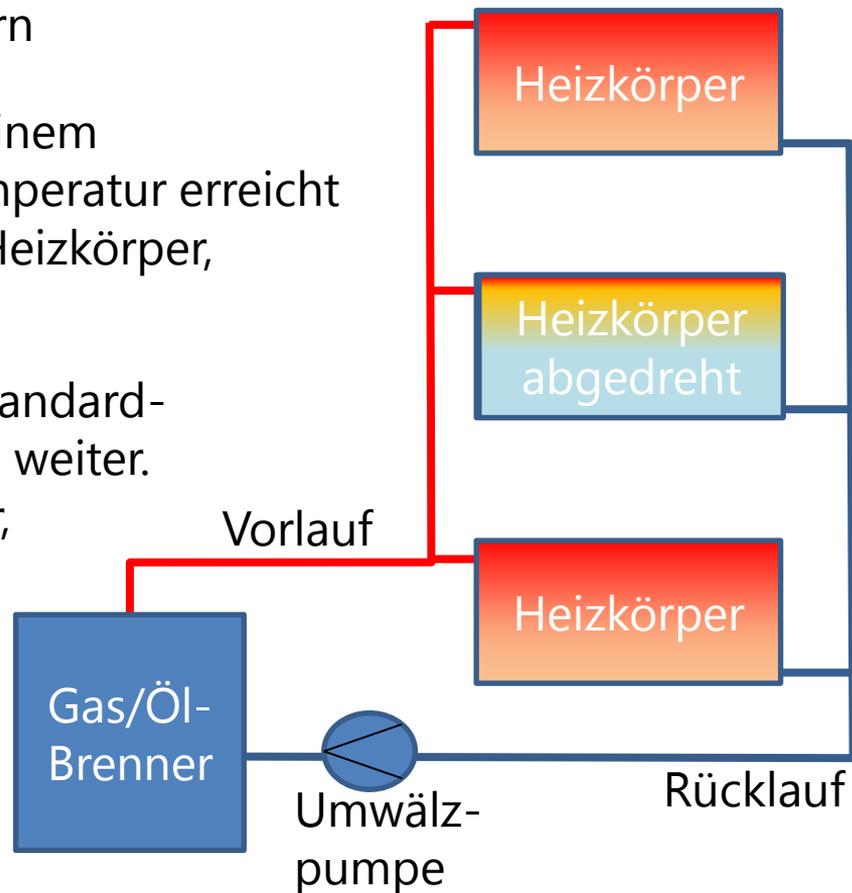
Grundwissen Heizung

Vorlauf: Wasserzufluss hin zu den Heizkörpern

Regelt das Heizkörper-Thermostatventil an einem Heizkörper zu, weil die gewünschte Raumtemperatur erreicht ist, dann fließt kein Wasser mehr durch den Heizkörper, er wird kälter.

Haben alle Ventile abgeregelt, dann laufen Standard-Umwälzpumpen trotzdem mit voller Leistung weiter. Solche Pumpen sind große Stromverbraucher, oft mehrere hundert kWh pro Jahr.

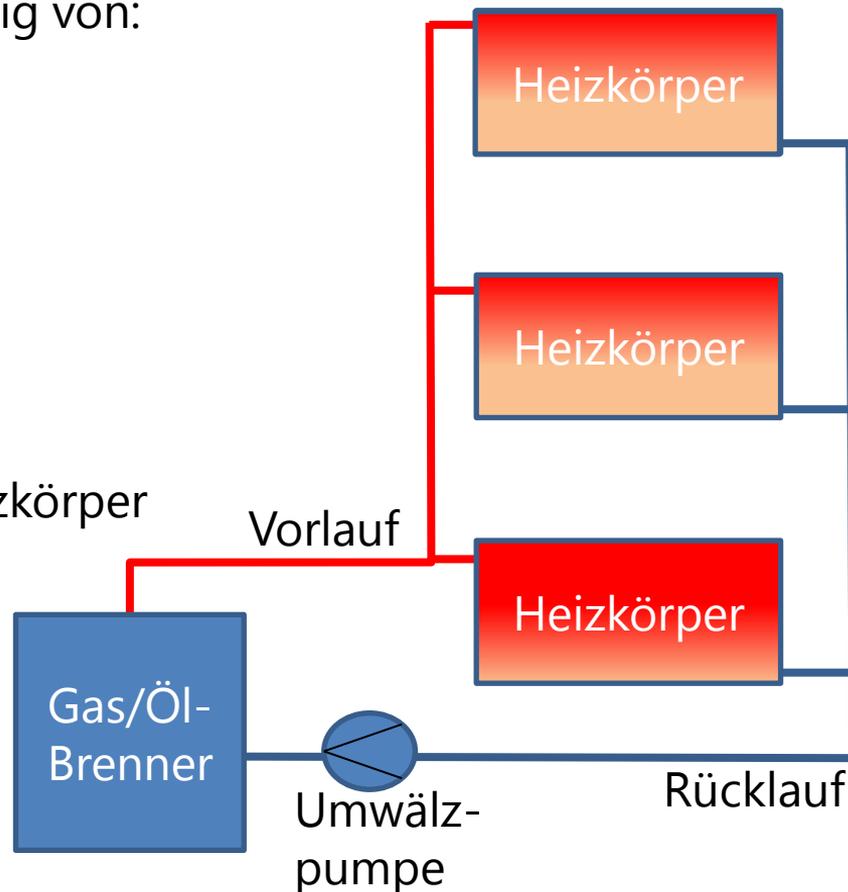
Der Einbau einer Hocheffizienzpumpe spart viel Strom, ist finanziell stark lohnend und schont das Klima.



Die **Wärmeabgabe in den Raum** ist abhängig von:

- der Größe des Heizkörpers
- seiner Wärmeabgabefähigkeit (Anzahl der Rippen, Lamellen, Platten)
- der Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf und Raumtemperatur
- seiner Durchströmungs-Geschwindigkeit und damit vom Temperaturverlauf im Heizkörper

Die Heizungssteuerung regelt die Vorlauf-Temperatur automatisch hoch, wenn es draußen kälter wird.



niedrige
Durchströmung



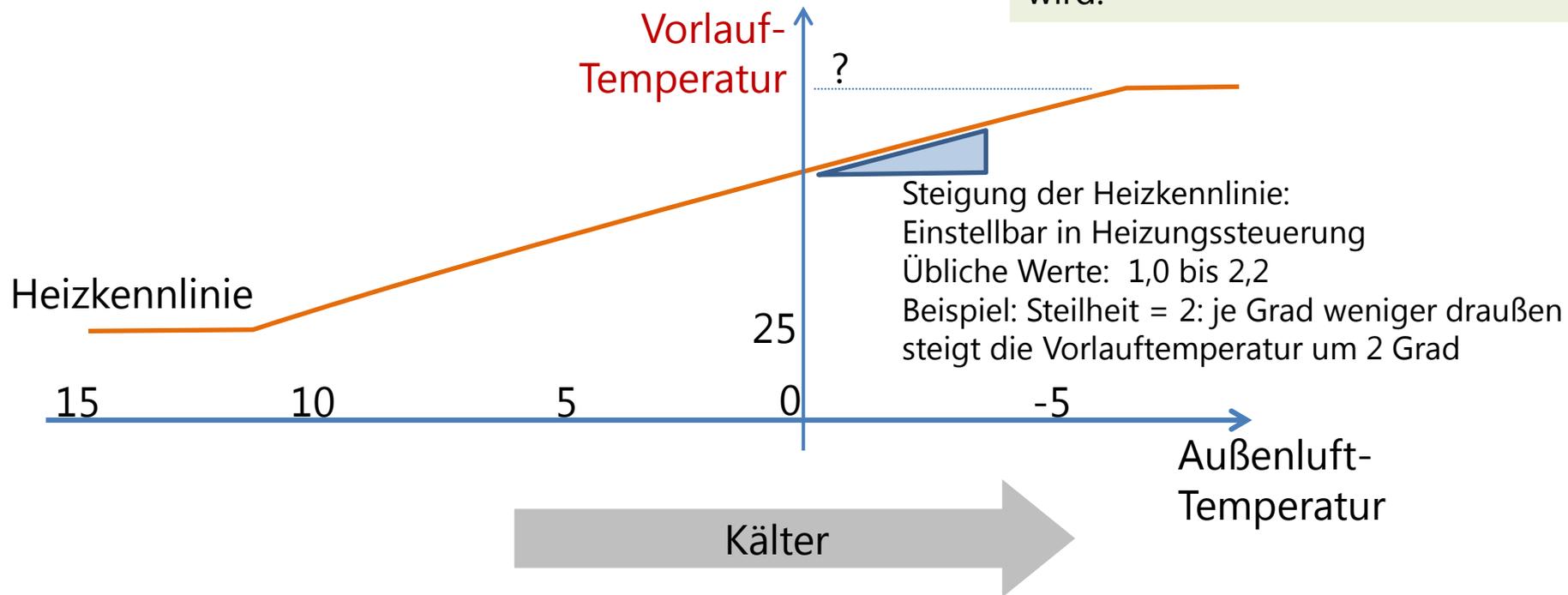
hohe
Durchströmung



höhere
Wärme-Abgabe-Leistung

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

Die Heizungssteuerung regelt die Vorlauf-Temperatur automatisch hoch, wenn es draußen kälter wird.



Die Vorlauftemperatur ist häufig viel zu hoch eingestellt.

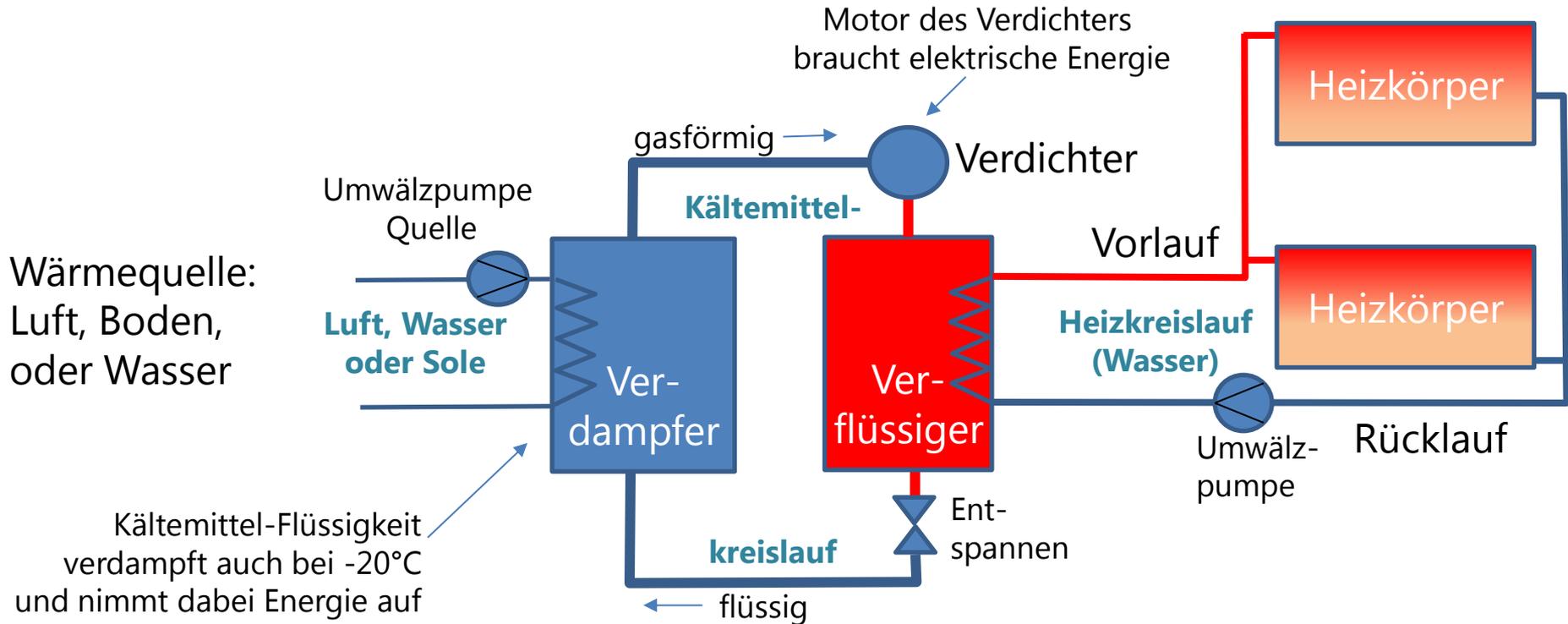
Viele Heizungs-Installateure wollen Beschwerden und/oder nachträgliche Einstellungs-Änderungen vermeiden

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

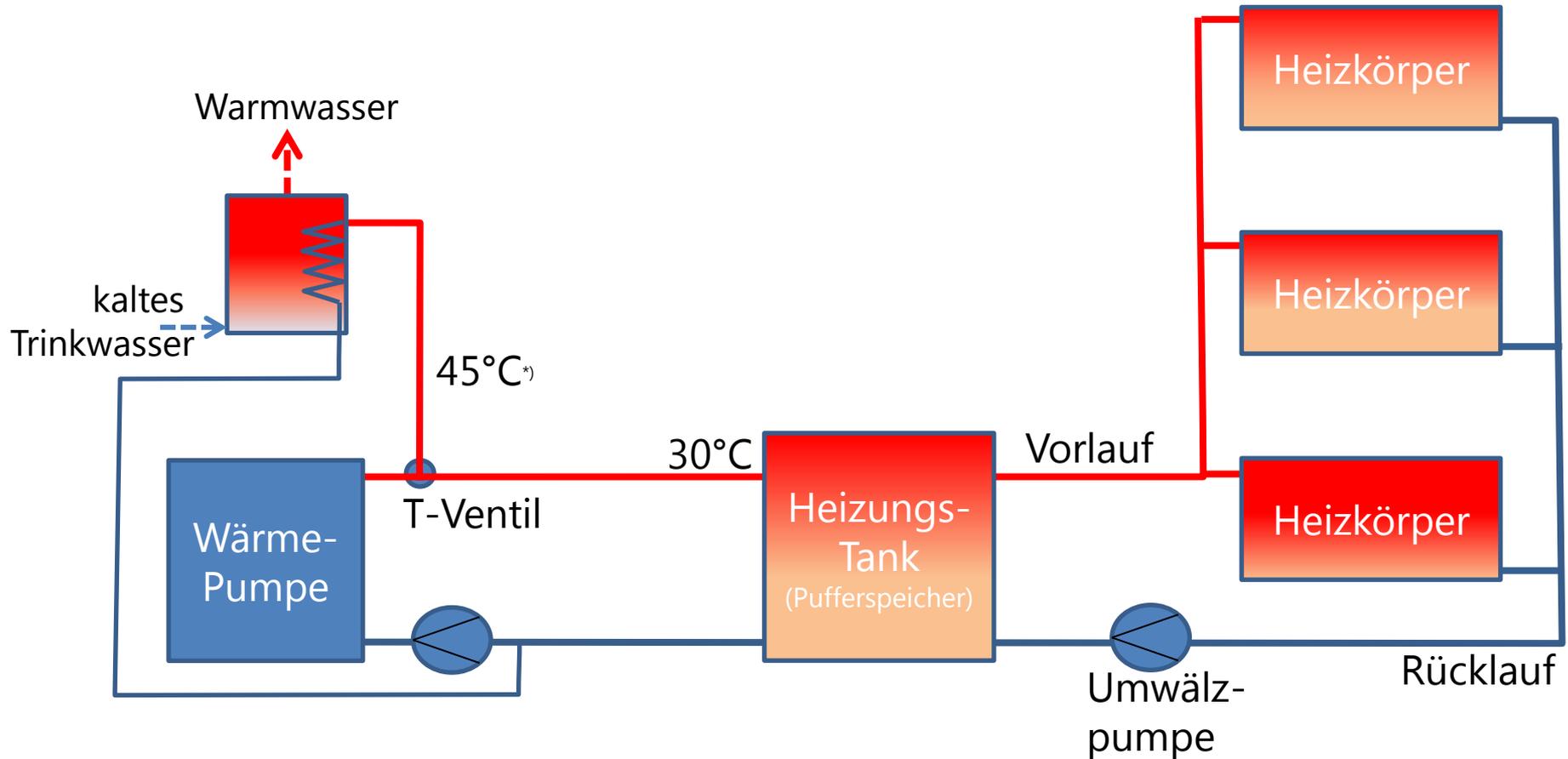
- Abgas ist heißer
- Verluste in Rohrleitungen sind höher
- keine Kondensation des Wasserdampfs im Abgas

Brennwert kann (in den meisten Heizungen) nur ausgenutzt genutzt werden, wenn Rücklauftemperatur (aus Heizungen zum Kessel) deutlich niedriger als Taupunkte Erdgas 57 °C, Heizöl 47 °C

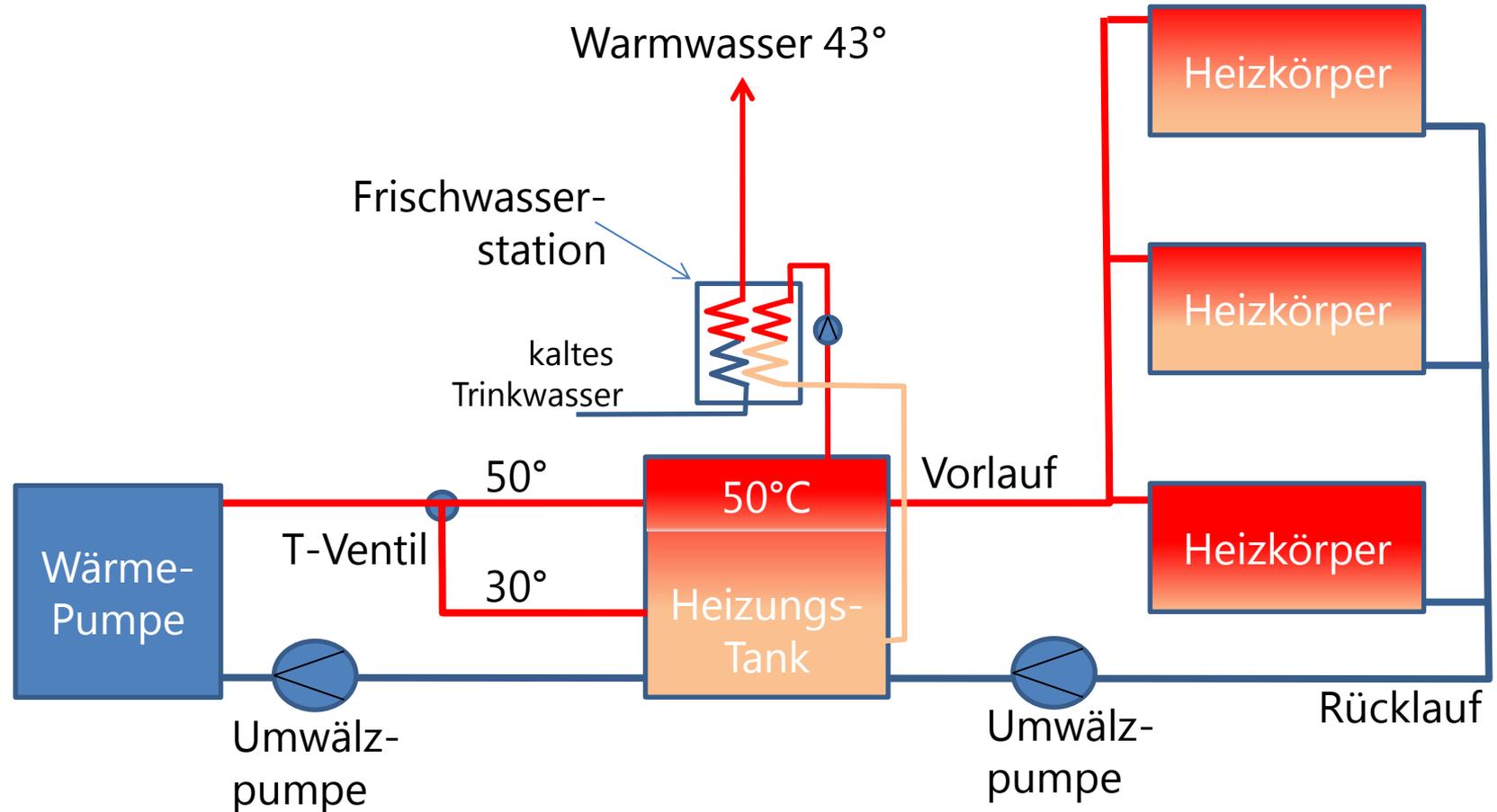
Grundprinzip der Funktionsweise von Wärmepumpen



Temperaturdifferenz zwischen warmer und kalter Seite bestimmt Effizienz

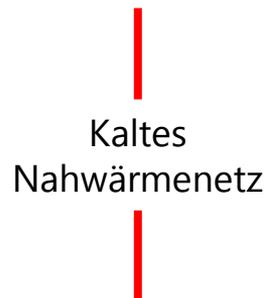
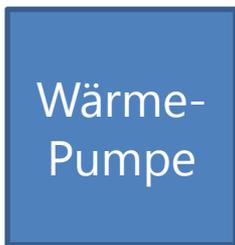
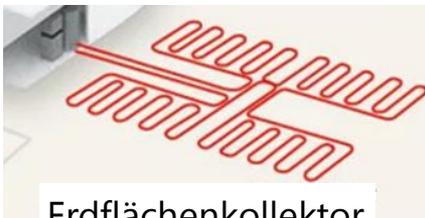
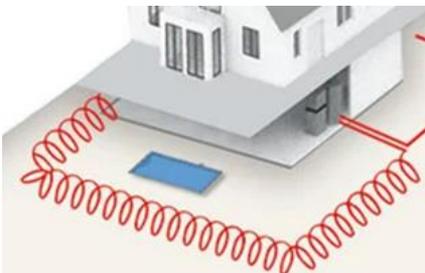
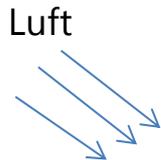


*) Legionellenschutzprogramm: 1x Woche 60°C



Einordnung

Wärmequellen



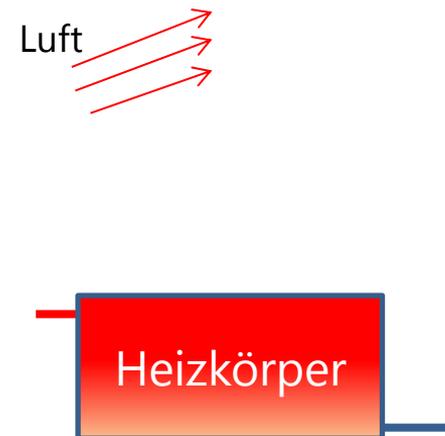
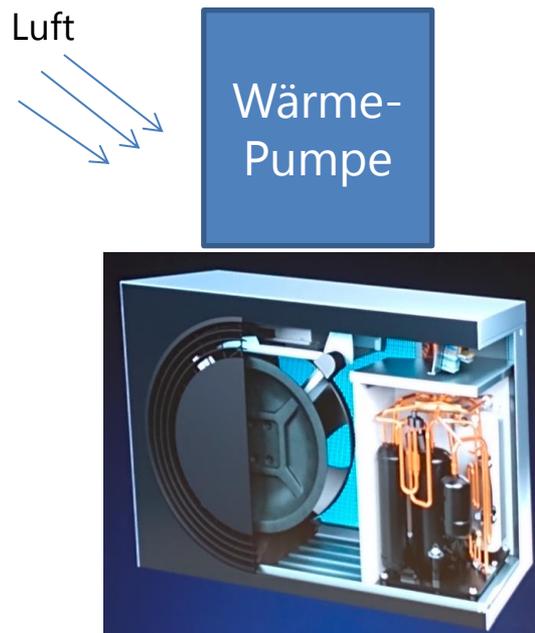
Wärmeabgabe



Wärmequellen

Wärmeabgabe

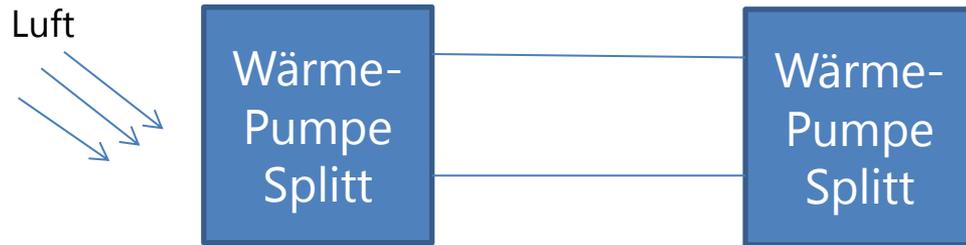
Monoblock



Wärmequellen

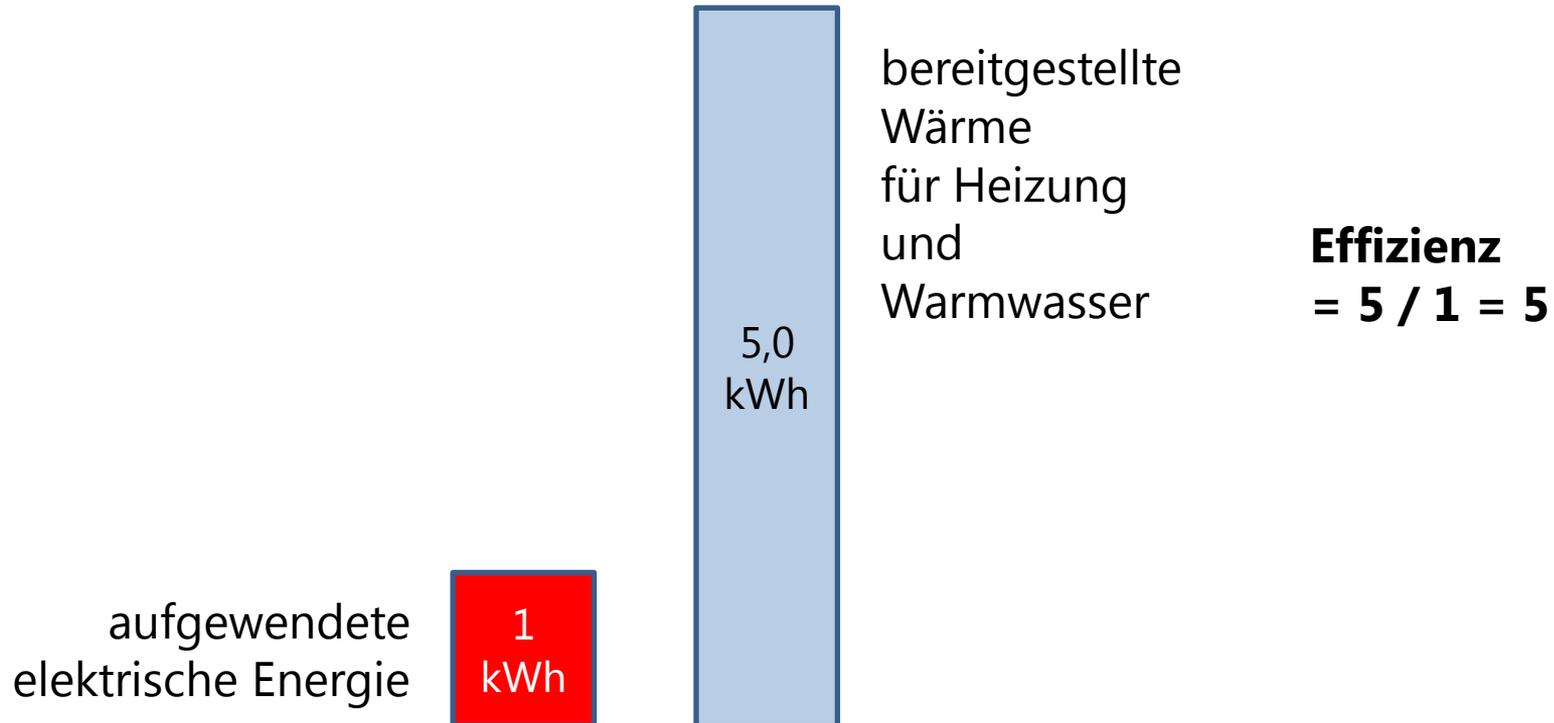
Wärmeabgabe

Splittgerät



Effizienz

Die Effizienz wird angegeben als Verhältnis von Wärmebereitstellung zu aufgewendeter elektrischer Energie



COP coefficient of performance

wird jeweils für einen Betriebspunkt angegeben bei voller Leistung

Beispiel: A7/W35 COP=5,8

Außenluft hat 7°C bei Eintritt in die Wärmepumpe

Wasser des Vorlaufs hat 35°C

Daten für
aktuell beste
Luft-Wärmepumpe

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	4,1	5,77
	A2W35	8,2	5,19
	A-7W35	8,4	3,79
	A-15W35	6,7	3,02
	A7W45	4,6	4,46
	A7W55	4,4	3,55
	A-7W55	8,1	2,55

SCOP seasonal coefficient of performance

Mittelwert der Betriebspunkte über ein Jahr mit Temperaturverlauf

Berücksichtigung von

Heizstabeinsatz, Abtauenergie bei Vereisung, Teillast, Standby^{*)}

Der SCOP wird separat berechnet und ausgewiesen für:

- Niedertemperatur-Verwendung (Vorlauf <35°)
- Mitteltemperatur-Verwendung (Vorlauf <55°)

Beispiel:

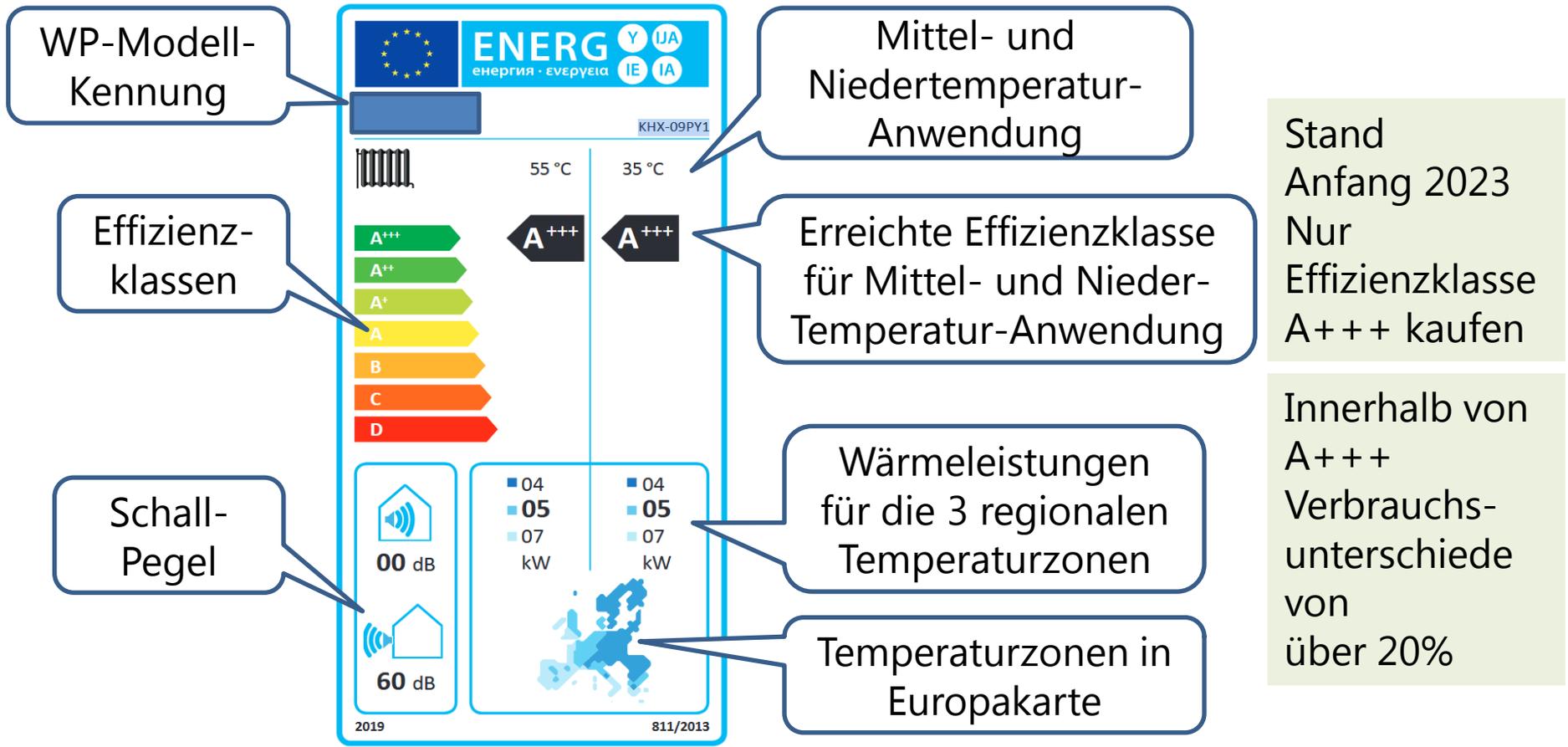
die WP hat für Mitteltemperaturen einen SCOP von 4,5

für Niedertemperaturen einen SCOP von 5,7

Umrechnungs-Beispiel, falls Effizienz in % angegeben:

$$\text{SCOP} = 180\% / 100 * 2,5 = 4,5$$

^{*)} Standby nicht im ESCOP



JAZ Jahresarbeitszahl

Verhältnis aus tatsächlicher Wärmebereitstellung zu Energiebedarf

Angabe für ein konkretes Jahr für eine konkrete Anlage

$$\text{JAZ} = \text{kWh}_{\text{th}} / \text{kWh}_{\text{el}}$$

Beispiel:

„Die Anlage meines Kollegen hatte 2021 eine JAZ von 4,5
meine identische Wärmepumpe eine von 4,1“

Gründe für unterschiedliche JAZ bei gleicher Anlage:

- andere benötigte Vorlauftemperaturen
- andere Außenluft-Temperaturen (oder Bodenkollektor-Temperaturen)
- anderes Verhältnis von Warmwasserbedarf zu Heizwärmebedarf

Bei gleicher Vorlauftemperatur gibt es sehr große Unterschiede bei der real erreichten **Jahresarbeitszahl JAZ**:

Bandbreite bei maximalem Vorlauf von 45°C: 4,1 bis 1,6

→ Stromkosten um Faktor 2,5 höher

Vielfältige Gründe möglich

- Regelung defekt oder falsch eingestellt
- falsch dimensioniert, deshalb Heizstab häufig an
- Bodenkollektoren oder Tiefbohrung falsch dimensioniert und daher vereist
- schlechte Wärmepumpe gekauft

Eine Marktübersicht:

Liste der förderfähigen Wärmepunkte des BAFA:

https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/ee_waermepumpen_anlagenliste_bis_2020.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Enthält COPs für ausgewählte Betriebspunkte und Nenn-Leistung
(leider nicht SCOP-Werte)

Immer: EU-Effizienzlabel prüfen

Datenblatt prüfen, darin sollte man die beiden SCOP-Werte finden

wichtig: nicht mit COP-Werten begnügen

- Wärmebereitstellung über Heizstab hat COP von 1 
- Bei guter Auslegung der Wärmepumpe wird er nie gebraucht
- Mehrjährige Auswertungsstudie zeigt: bei 70% aller Erdwärme-Anlagen und 50% aller Luft-WP ist Heizstab nie aktiv
- Aber: bei einigen Anlagen im Fast-Dauerbetrieb
→ unwirtschaftlich
- Prüfen, ob ein Heizstab überhaupt eingebaut werden soll.
- Wenn ja: Empfehlung: nur manuelle Aktivierung **Wenn automatisch: Heizstabeinsatz kontrollieren**
- Einbau auch im Speicher möglich

Kältemittel

Kältemittel GWP Greenhouse Warming Potential
Angabe als Faktor der Treibhauswirkung zu CO₂

Kältemittel Propan (R290) sehr sinnvoll: sehr hohe Effizienz möglich, sehr hohe Vorlauftemperaturen möglich, GWP=3

andere Kältemittel haben sehr hohe GWP: (600 - 2000)

- z.B. R410a, R134a, R32
- Einsatz wird sukzessive verboten
- problematisch bei zukünftigen Reparaturen (Preis, Verfügbarkeit)
- bei größeren Füllmengen ist zudem eine jährliche Kontrolle durch Fachfirma vorgeschrieben

andere mögliche natürliche Kältemittel: Ammoniak, CO₂, Wasser (eher nicht für EFH-WP)

Lautstärke

Luft-WP

Lautstärke

Unterschiedliche Angaben üblich:

- **direkt am Gerät** oder
- **in 3 m Entfernung**
- Bei Tagbetrieb / Nachtbetrieb, EN12102
- bei Splitt-Geräten unterschiedlich für Lüfter und Kompressor

Nur gleiche
Angaben vergleichen

<https://www.waermepumpe.de/schallrechner/>

Schallschutzhauben und Schallschutzwände sind teuer und verschlechtern die Effizienz

Mindestabstand zum Nachbarn
in NRW aufgehoben seit
16.12.2022

<https://www.mhkbd.nrw/ministerin-scharrenbach-klimaschutz-hausgemacht-solaranlagen-auf-reihenhaeusern-und-erleichterungen>

Mit dem neuen Erlass fällt Mindestabstand weg. Die Ausnahme von der Einhaltung des Mindestabstandes muss schriftlich bei der Bauaufsichtsbehörde beantragt werden, einer Baugenehmigung für das Aufstellen der Wärmepumpe bedarf es nicht.

Schall	Beispiel für gute Werte	
Schallleistungspegel EN12102	dB(A)	42
Max. Schallleistungspegel Tag	dB(A)	56
Max. Schallleistungspegel Nacht (70% Leistung)	dB(A)	51
Max. Schallleistungspegel Nacht (50% Leistung)	dB(A)	46
Tonalität / Tonhaltigkeit	dB(A)	0

Leistung

Angegeben werden:

- **Wärmeleistung** in kW_{th}
- elektrischer Leistungsbedarf nur Kompressor in kW_{el}
- zusätzlicher Leistungsbedarf durch Heizstab in kW_{el}

Achtung: höchste erreichbare Vorlauftemperatur
meist nicht möglich bei höchster Wärmeleistung

Norm-Auslegungs- temperatur

ist die kälteste Temperatur, für die die Heizung ausgelegt wird

die wärmste Stadt Deutschlands im Jahresmittel 2021 war: **Köln**

Insbesondere im Winter sind die Temperaturen im Rheinland eher hoch im Vergleich mit anderen Teilen Deutschlands.

Durch den Klimawandel ist die Lufttemperatur im Winter deutlich gestiegen: Beispiel Aachen:

Auslegungstemperatur Norm 2008: $-12,0^{\circ}\text{C}$,

neue Norm: auf Basis 1995 – 2012: $- 7,1^{\circ}\text{C}$

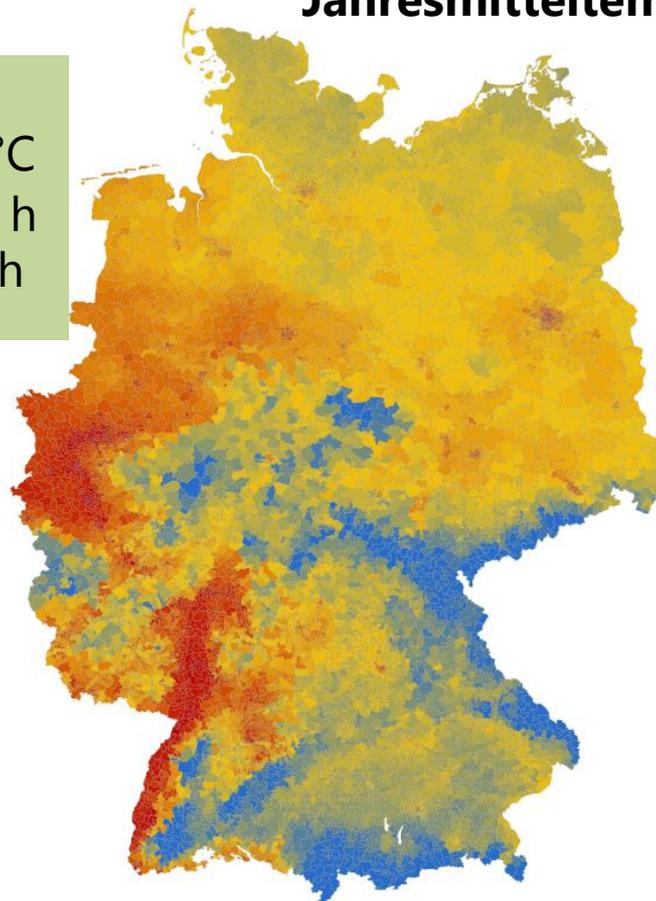
➔ Luft-Wärmepumpe ist eine gute Option in vielen Regionen

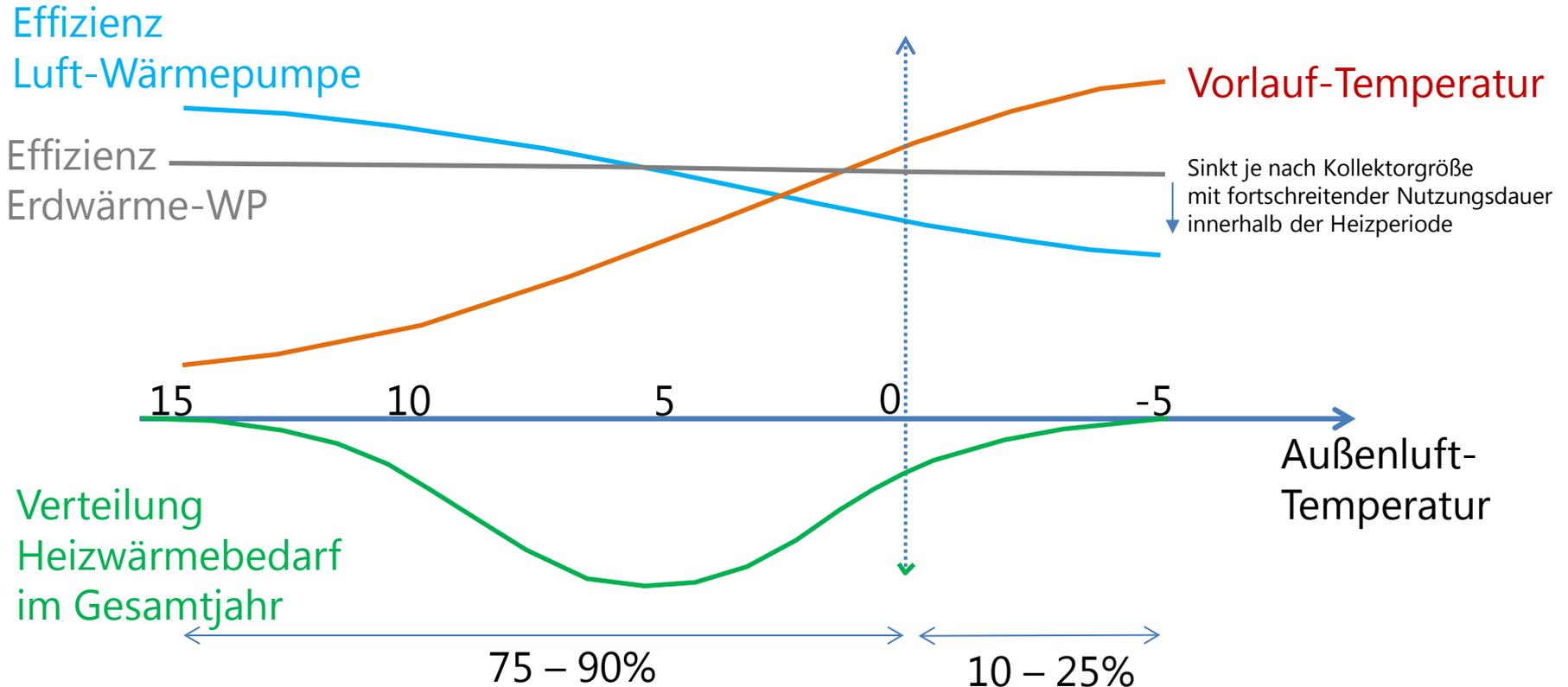
Normaußentemperatur



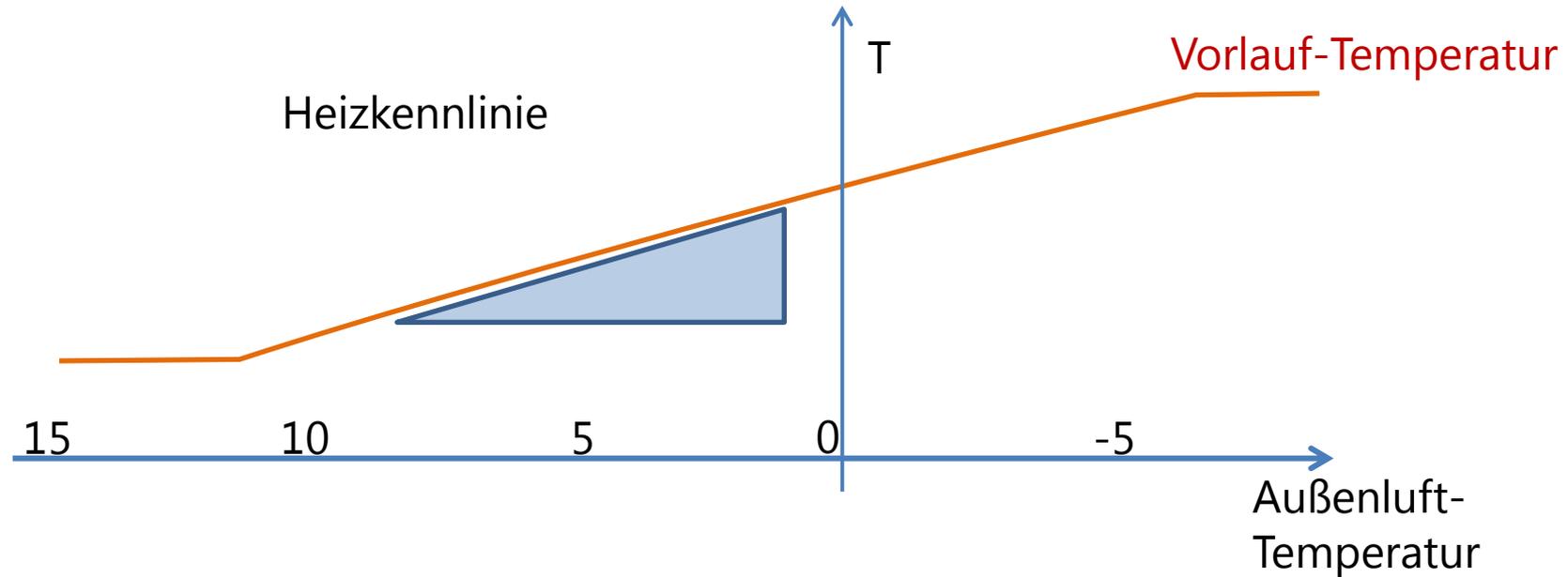
In Ingelheim:
Norm-T: $-9,5^{\circ}\text{C}$
< 0°C : 504 h
< -7°C : 48 h
Datenbasis: 2011 - 2021

Jahresmitteltemperatur





Vorlauftemperatur Steigung



Steigung der Heizkennlinie: Einstellbar in Heizungssteuerung
Übliche Werte: 1,0 bis 2,2
Beispiel Steilheit = 2: je Grad weniger draußen steigt die Vorlauftemperatur um 2 Grad

Persönliche Erfahrung
2,1 → 0,95

Handlungsanleitung Vorlauftemperatur optimieren und ermitteln

1. Im Display der Heizung **Vorlauftemperatur ablesen** und notieren an verschiedenen Tagen bei verschiedenen Luft-Temperaturen

Außen-Temp.	Vorlauf-Temp.	Steilheit
3 °C	55 °C	2,1
-1 °C	60 °C	2,1

Möglichst morgens vor oder bei Sonnenaufgang im Winter Temperaturen $< 5^{\circ}\text{C}$ am besten $< 0^{\circ}\text{C}$

Achtung: Heizbetrieb muss aktiv sein, nicht Warmwasserladung

2. Steilheit der Heizkennlinie reduzieren 
3. Mehrere Tage (2-3) warten
4. Haus ausreichend warm → ja
→ nein vorherigen Wert einstellen
5. Referenzwert Außentemperatur ist bekannt für z.B. 0°C , Steilheit optimal eingestellt

Handlungsanleitung benötigte Wärmepumpen- Leistung ermitteln

Datum	Außen-temp.	Gas-Verbrauch
	-3 °C	2,1 m ³
	-1 °C	2,1 m ³

Tabelle täglich ausfüllen möglichst zur gleichen Uhrzeit

im Winter bei Temperaturen um 0°C oder tiefer

- Tag mit höchstem Gasverbrauch bestimmen
- Energiemenge für Tag berechnen:

$$\text{Energie} = \text{Gasverbrauch} * \text{Heizwert} * Z_Zahl$$

Heizwert: ca. 11 kWh/m³

Z-Zahl: 1 bis 0,9 (je nach Höhenlage) Beide Zahlen stehen auf der Rechnung

- Benötigte Wärmepumpenleistung: $P_{\text{Wärme}} = \text{Energie}/18\text{h}$

Auslegungstag:
sehr kalter Tag am
Ende einer längeren
Kälteperiode

Achtung: eher mehr Leistung einplanen, um in Stunden mit niedrigen Strompreisen höhere Wärmemenge einspeichern zu können.

Achtung: häufig wird in einem Winter die Norm-Auslegungstemperatur nicht erreicht, dann muss die benötigte Wärmeleistung für die Norm-Auslegung abgeschätzt werden.

Beispiel:

Gemessener Energiebedarf: 100 kWh
an einem Tag mit -3 °C (mittlerer Temperatur)
Norm-Außentemperatur: -8,5 °C
Innenraumtemperatur: 21 °C

Berechnung Energiebedarf für einen Tag mit -8,5°C:

$$100 \text{ kWh} * (-8,5 - 21) / (-3 - 21) = 123 \text{ kWh}$$

Benötigte Wärmeleistung: $123 \text{ kWh} / 18 \text{ h} = 6,8 \text{ kW}$

- Abschätzung aus Jahresmenge möglich:
- Heizleistung = Jahresenergie Brennstoff * Effizienz Brenner / Volllaststunden
- Jahresenergie aus Gas-Rechnung entnehmen in kWh
für Öl: Jahresverbrauch in Liter * 10 ergibt kWh
- Effizienz (im Jahresmittel): ca. 0,9 bis 1 (Brennwertheizung mit niedrigen Vorlauftemperaturen)
- Volllaststunden:
 - Für Wohngebäude ohne Warmwasserbereitung: 2000 h/a
 - Für Wohngebäude mit Warmwasserbereiter: 2300 h/a
- Beispiel: 20.000 kWh Jahresenergieverbrauch * 0,95 / 2300
→ Heizleistung = 8,3 kW

In Abhängigkeit von Normaußentemperatur:

z.B. für $-7,5^{\circ}\text{C}$

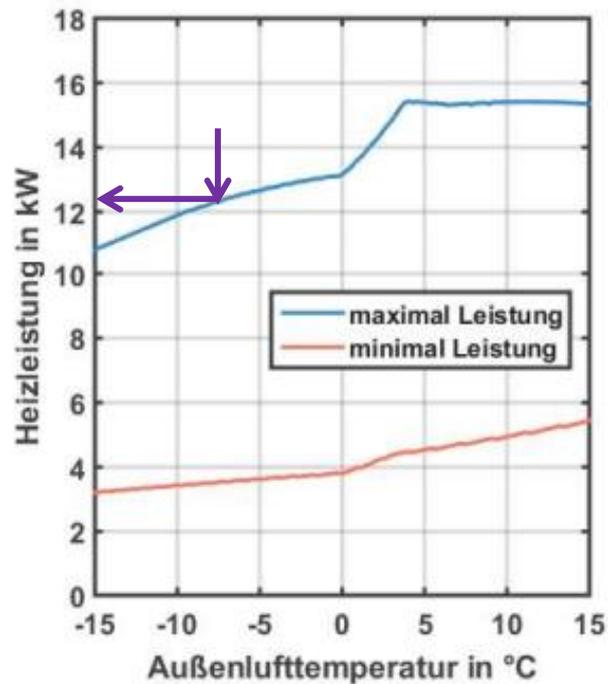
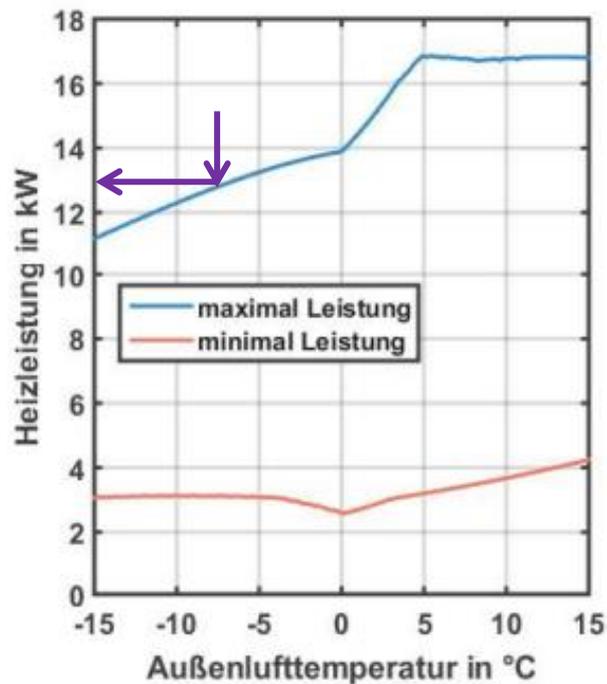


Abbildung 29: EU13L bei 5K Spreizung (links: 35°C Vorlauftemperatur / rechts: 55°C Vorlauftemperatur)

Maßnahmen um benötigte Vorlauftemperatur zu senken

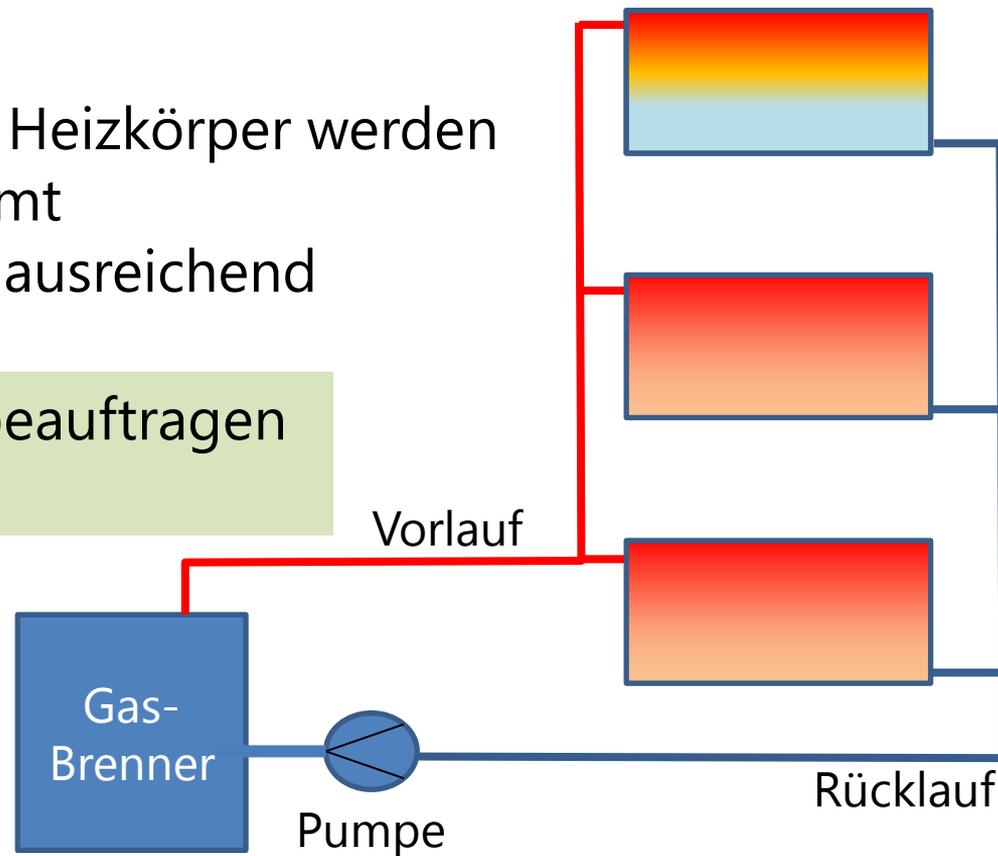
Hydraulischer Abgleich

Häufiges Problem:
von Pumpe weiter entfernte Heizkörper werden
nicht ausreichend durchströmt

→ Wärmeabstrahlung nicht ausreichend

→ Hydraulischen Abgleich beauftragen
oder selber durchführen

Beim hydraulischer Abgleich
werden zu stark durchströmte
Heizkörper gedrosselt, so dass
zu wenig durchströmte mehr
durchströmt werden.



Selber machen

Praxis

www.youtube.com/watch?v=0ueyXtGcGRo

Theorie

www.youtube.com/watch?v=We6IYKwZJBU&t=0s



Einstellungen vorher und Änderungen notieren

Fortlaufender automatisierter Abgleich über elektronische Heizkörperventile

(ggf. ist vorher trotzdem eine Volumenstromermittlung notwendig)

www.haustec.de/heizung/waermeverteilung/homematic-thermostate-automatisieren-den-hydraulischen-abgleich

Fachfirma beauftragen

- Alle Heizkörperventile voll aufdrehen
- Vorlauftemperatur senken, bis es in einem Raum zu kalt ist (Raum K)
- In dem Raum Drosselung auf minimal stellen
- Im dann wärmsten Raum W Drosselung vergrößern
- Wenn es dann in Raum K zu warm ist, Vorlauftemperatur senken
- Wenn es jetzt in Raum W zu kalt ist, Drosselung verringern
- In anderen Räume entsprechend Drosselung verringern oder erhöhen
- Es muss immer mindestens einen Raum geben, der nicht gedrosselt ist, sonst Vorlauftemperatur weiter senken

Weitere Maßnahmen zur Senkung der Vorlauftemperatur

Vorlauftemperatur senken bis ein oder mehrere Räume nicht ausreichend warm werden, dann in diesen Räumen

- Handtücher runternehmen 😊
- Heizkörper-Abdeckungen entfernen, Möbel abrücken
- Dämmen (Fenster, Wände)
- weitere Heizkörper aufhängen
- Heizkörper tauschen gegen einen mit mehr Wärmeabgabe Fläche größer oder dicker durch mehr Bleche / Rohre
- Heizkörper mit Ventilator installieren
- Ventilator nachrüsten
- Wandheizung installieren
- Deckenheizung installieren
- Fußbodenheizung installieren

Wichtig:
hier sind wassergeführte Heizungen gemeint,
nicht verwechseln mit Elektro-Infrarot-Heizungen

Typ 10



Typ 11



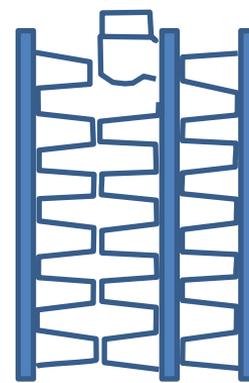
Typ 21



Typ 22



Typ 33



Heizkörpergröße

Breite: 140 cm

Höhe: 50 cm

T_{Raum} : 21°C

Leistung: 950 W

Tiefe: 59 mm

62

66

102

157 mm

Vorlauf: 81°C

69°C

57°C

53°C

46°C

Rücklauf: 73°C

60°C

49°C

45°C

38°C

COP A-5/W_{VL}: 1

Für WP Lambda-EU15L

2,3

2,8

3,0

3,5

Mehrverbrauch Strom 250%

ggü. Typ 33:

52%

25%

17%

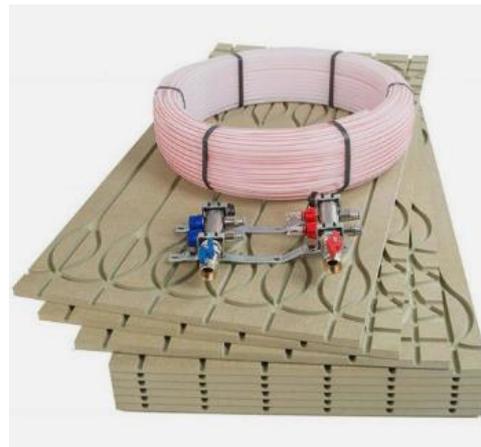
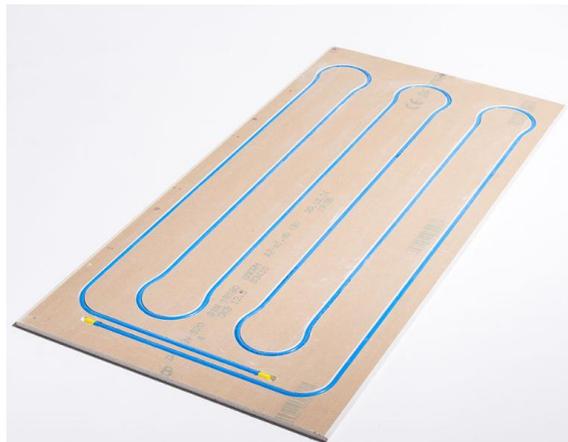
0%

Decken/ Wand- heizungen

Decken und Wand- heizungen

wichtig: hier sind Decken- und Wandheizungen mit Wasserkreislauf gemeint

keine Elektro-Infrarot-Heizungen installieren lassen, die haben SCOP von nur 1 statt erreichbaren 5



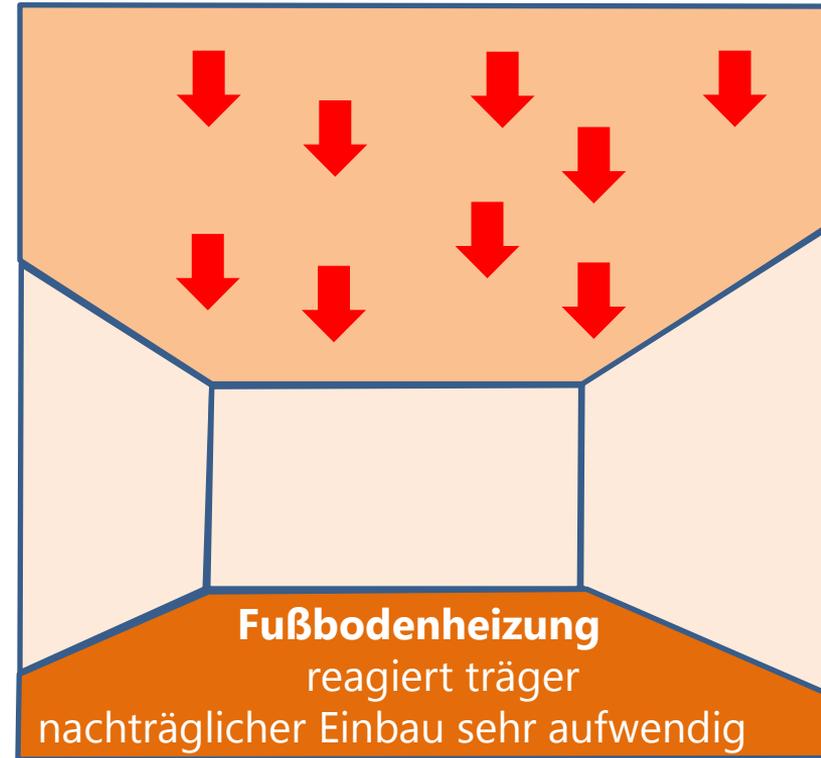
Vorteile Deckenheizung

- keine Zugluft und keine Konvektion
- mehr Platz, da keine Heizkörper nötig sind
- nachträglicher Einbau einfach möglich
- kein Wärmestau, weil eine Deckenheizung nicht durch Möbel blockiert wird, also komplette Deckenfläche nutzbar
- relativ preiswert

Nachteile Deckenheizung

- nachträglicher Einbau von Deckenlampen schwieriger (wo bohren)

Wandheizungen haben ähnliche Eigenschaften



wichtig: keine Elektro-Infrarot-Heizungen installieren lassen

Wärmespeicher

Man braucht einen Wärmespeicher

- Häufiges Ein-/Ausschalten (Takten) der Wärmepumpe vermeiden
- Teillastbetrieb der Wärmepumpe vermeiden
- Sperrstunden Strom überbrücken
- Zukünftig:
Wärmepumpenbetrieb in Stunden mit hohen Strompreisen
(z.B. morgens, abends) vermeiden

Förderung

Es gibt umfangreiche Förderungen durch die BAFA

(Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle)

Basis-Zuschuss: 25%

Heizungstausch: 10 % für Tausch alter Ölheizungen

Heizungstausch: 10% für Tausch von Gasheizungen, die älter als 20 Jahre sind
(nicht Gas-Etagenheizungen)

Bonus: 5% für Erdkollektor-, Geothermie-, Abwasser- oder Grundwasser-WP
oder

5% für natürliches Kältemittel (z.B. Propan R290)

Insgesamt bis zu 40% Förderung möglich

Maximalbetrag: Förderung für Projekte mit Kosten < 60.000 Euro (je Wohneinheit)

Gute Erklärung bei der Verbraucherzentrale NRW:

<https://www.verbraucherzentrale.nrw/wissen/energie/foerderprogramme/zuschuesse-fuers-eigenheim-so-finden-sie-das-richtige-foerderprogramm-43745>

Zusammenfassung

- Wärmepumpen sind volkswirtschaftlich sinnvoll
- Wärmepumpen sind auch in Bestandshäusern sehr sinnvoll einsetzbar
- Wichtig ist eine möglichst geringe Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle (Luft, Grundwasser, Erdkollektor) und Vorlauftemperatur der Heizung
- Gute WP kaufen, es gibt große Unterschiede bei der Effizienz
- Im großen Teilen Deutschlands sind Lufttemperaturen im Winter eher hoch, z.B. im Rheinland, flaches Norddeutschland, ... , Luftwärmepumpen sind dann eine gute Option
- Auf Kältemittel achten, möglichst niedriges Treibhauspotential
Propan mit GWP 3 ist der Goldstandard

Diesen Winter:

Vorlauftemperatur so weit wie möglich senken, das spart auch bei Gas/Öl-Heizungen

zur Vorbereitung einer WP-Anschaffung:

- benötigte Vorlauftemperatur bestimmen
- benötigte Wärme-Nennleistung bestimmen

**Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit**

Folien und Anmeldung zum Online-Austausch zu Wärmepumpen: **WPAK-S4F-AC@gmx.de**

Bitte melden: Wer will weitere Vorträge zu Wärmepumpen organisieren?

Fr. 21.04.23 13:30 Altbau Plus Fortbildung für Architekten
Stromheizungen in Bestandsgebäuden online

PV-Partys: www.packsdrauf.de

PV-Selbstbau: www.selbstbau.solar

Weitere Vorträge zu finden auf www.Bewegungsmelder-Aachen.de Suchen nach „Klafka“

Links

Betriebsarten monovalent, bivalent, multivalent

www.haustechnikverstehen.de/betriebsweisen-von-waermepumpen/

Wärmepumpe in Bestandsgebäude: Ratgeber

<https://wuestenrot-stiftung.de/publikationen/waermepumpen-in-bestandsgebaeuden-download/>

Online Wärmepumpen-Berater mit super Erklärungen und weiterführenden Links

<https://energiewende.eu/online-waermepumpenberater/>

<https://energiewende.eu/online-waermepumpenberater-weg-von-gas-und-oel/>

Artikelserie Wärmepumpen im Bestand vom Fraunhofer-Wärmepumpenfachmann

blog.innovation4e.de/2021/02/10/waermepumpen-im-bestand-eine-serie-in-12-folgen/

Liste förderfähiger Wärmepumpen mit COPs und Leistungen

https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/ee_waermepumpen_anlagenliste_bis_2020.pdf?__blob=publicationFile&v=1

JAZ Vorschau

www.waermepumpe.de/jazrechner

Auslegungsplanung Wärmepumpe

<https://energiewende.eu/online-waermepumpenberater-weg-von-gas-und-oel/>

Auslegungsplanung (Viessmann)

http://www.viessmann.de/content/dam/vi-brands/DE/PDF/Planungshandbuch/ph-waermepumpen.pdf/_jcr_content/renditions/original.media_file.download_attachment.file/ph-waermepumpen.pdf

Den Wärmepumpen-Kreisprozess verstehen (für Physikinteressierte) (von Prof. Marc Hölling)

<https://www.youtube.com/watch?v=CA0ixYNB5VY>

Bundesverband Wärmepumpe: Heizkörper-Leistungsberechnung in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur

www.waermepumpe.de/normen-technik/heizkoerperrechner/

Dazu Erklärvideo: Erklärung zur Ermittlung der Wärmeabgabe-Leistung von Heizkörpern

<https://www.youtube.com/watch?v=-vZihP-Ck9M>

Glossar

Heizlast: Maximal benötigte Wärmeleistung

Vorlauftemperatur: Temperatur mit der das Heizungswasser zu den Heizkörpern fließt

Rücklauftemperatur: Temperatur mit der das Heizungswasser die Heizkörper verlässt

Normaußentemperatur: Die tiefste Temperatur, welche 10 Mal innerhalb von 20 Jahren über mindestens zwei aufeinanderfolgenden Tagen aufgetreten ist.

Transmissionswärmeverluste $H't$: in kWh/(m²K) Wärmeverlust durch die Gebäudehülle

Lüftungswärmeverluste: Wärmeverluste durch die Lüftung

Wärmeeinträge: durch Sonneneinstrahlung durch Fenster oder Personen und Geräte erzeugte Wärme im Haus