

Woher kommt zukünftig die Wärme in unseren Wohnungen?

Mit Abstand größter Anteil am Endenergieverbrauch eines Haushaltes
mit einem Anteil von 75%
ist die **Raumwärme!**

Verbrauch an Raumwärme wird bestimmt durch:

- ✓ die Größe und Anzahl von Wohnungen,
frei stehende Häuser haben den höchsten Wärmebedarf
- ✓ energetische Qualität der Gebäude:
Dämmung der Wohnung erspart bis zu 50% der Heizenergie!
- ✓ energetische Qualität der Heizungssysteme
- ✓ das persönliche Verhalten!

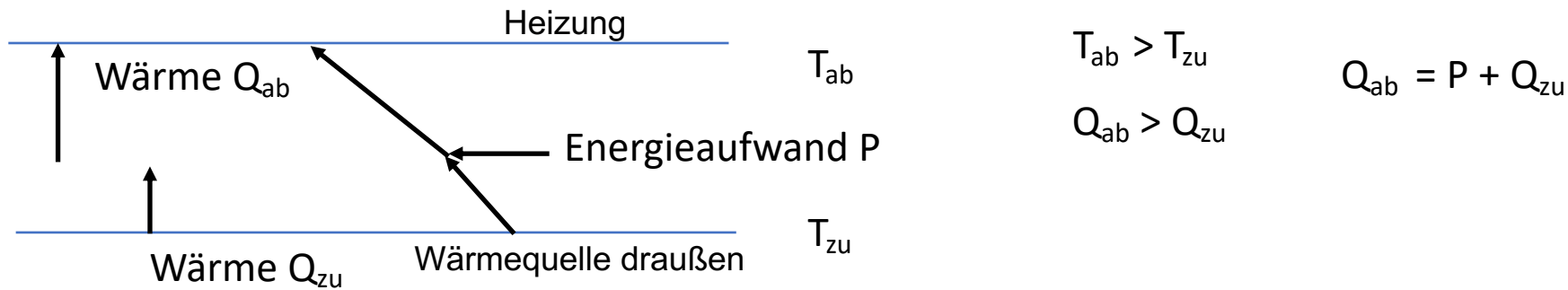
Heizen mit effektiven Wärmepumpen

- Beratung durch erfahrene Fachfirma, auch im Altbau in der Regel möglich, Heizlastberechnung durchführen lassen!
Achtung! Evtl. mit Änderungen im Heizkreislauf.
- **Das Heizsystem der Zukunft für unsere Wohnungen ist die Wärmepumpe.**
- Das gilt auch für die Erzeugung von Warmwasser.
- Betrieb mit der eigenen Photovoltaikanlage ist die wirtschaftlichste Lösung.
- Niedertemperaturheizung (Fußbodenheizung) von großem Vorteil, aber keine Bedingung
- Hydraulik der Anlage fachmännisch ausführen
 - Alle Wärmeverbraucher werden ausreichend durchströmt
 - Minimierung der Strömungswiderstände

Wärme geht spontan nur von einem wärmeren zu einem kälteren Körper über!

Um Wärme von einem niedrigen Temperaturniveau auf ein höheres zu „heben“, muss Energie aufgewendet werden, und das so effektiv wie möglich

Der Arbeitsstoff, ein „Kältemittel“, entnimmt Wärme aus dem kälteren Reservoir und gibt sie unter Aufwendung von Arbeit an das wärmere Reservoir ab.



Die an das wärmere Reservoir (T_{ab}) abgeführte Wärme Q_{ab} ist größer als die aufgewendete Energie P , und zwar um den Betrag der aus dem kälteren Reservoir (T_{zu}) entnommene Wärme Q_{zu} .

Beim **Kühlschrank** wird der Wärmetzug beim unteren Temperaturniveau zum Kühlen verwendet.

Bei der **Wärmepumpe** wird die beim oberen Temperaturniveau abgegebene Wärme zum Heizen verwendet.

Eine Wärmepumpe kann auch aus Wärmequellen mit Temperaturen unter 0°C nutzbare Wärme auf einem deutlich höheren Niveau erzeugen!

$$\text{COP} = Q_{\text{ab}} / P$$

$$\text{COP}_{\text{max}} = T_{\text{ab}} / (T_{\text{ab}} - T_{\text{zu}})$$

Leistungszahl (Coefficient of Performance, COP) einer Wärmepumpe:

Verhältnis der auf dem wärmeren Temperaturniveau abgeführte Wärmemenge Q_{ab} zur aufgewendeten elektrischen Leistung P .

Die Leistungszahlen schwanken je nach den Temperaturbedingungen im Jahresverlauf auf der kalten und warmen Seite.

Herstellerangabe zur Beurteilung der Effizienz der Wärmepumpe.

Die über das Jahr gemittelte Leistungszahl heißt **Jahresarbeitszahl**.

Sie berücksichtigt auch den Energieaufwand für alle Pumpen des Systems, den Kompressor und evtl. den Ventilator.

Diese Zahl soll für eine wirtschaftliche Wärmepumpe bei **mindestens 3,5 bis 4** liegen, dann wird 3,5- bis 4-mal mehr Wärme abgegeben, als elektrische Energie eingesetzt wird.

Der Energieeffizienz der Wärmepumpe ist umso besser, je kleiner die Temperaturdifferenz $T_{\text{ab}} - T_{\text{zu}}$ zwischen den Wärmeniveaus, also je höher die Temperatur T_{zu} der Wärmequelle, des kälteren Niveaus, ist.

Also:

Die Wärmequelle draußen soll nicht zu kalt und die Temperatur des Heizungswasser der Wohnung soll möglichst tief sein, d.h. die Vorlauftemperatur der Heizung soll möglichst niedrig sein.

-> Fußbodenheizung, große Konvektorheizkörper, geringe Wärmeverluste in der Wohnung, gute Isolation!

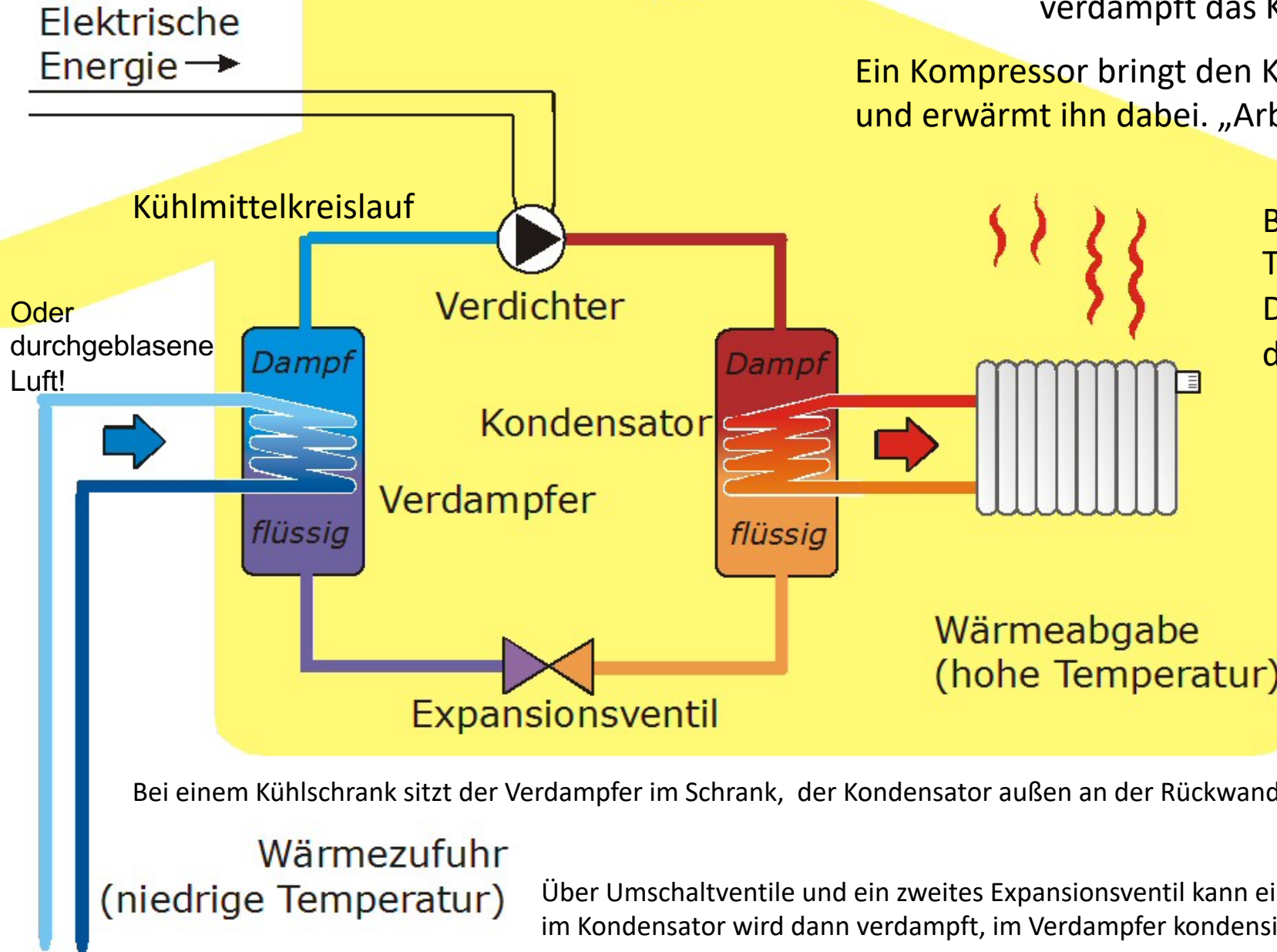
Wärmequellen von Wärmepumpen

Grund- oder Oberflächenwasser (Wasser/Heizungswasser), *(zugeführtes Wärmedium/abgegebenes Wärmedium)*
Sonde bis in das Grundwasser. Energieintensive Pumpe notwendig.

Erdreich (Wasser mit Frostschutzmittel/Heizungswasser), hat die höchste Jahresarbeitszahl:
weniger Pumpenergie, Energiequelle wärmer als die Atmosphäre.
Senkrechte Erdsonde oder schlangenförmig im Garten verlegte Kunststoffrohre in 1,2 bis 1,5m Tiefe.

Umgebungsluft (Luft/Heizungswasser) ist die preiswerteste Variante und für den Altbau die sinnvollste.
Umgebungsluft wird mit einem Ventilator über die Lamellen des Verdampfers geblasen.

Schema einer Wärmepumpe



Auf dem niederen Temperaturniveau verdampft das Kältemittel bei niedrigem Druck.

Ein Kompressor bringt den Kältemitteldampf auf einen hohen Druck und erwärmt ihn dabei. „Arbeitsleistung“

Bei hohem Druck und deutlich höherem Temperaturniveau kondensiert der Dampf und gibt seine Wärme dabei an das Heizungswasser ab.

© Völklinger-Quelle / Hanser Verlag
© Rechner-energiesysteme*

Über ein Expansionsventil wird die Flüssigkeit wieder auf den niedrigen Druck des Verdampfers entspannt, dabei kühlt sich das Kältemittel ab.

Bei einem Kühlschrank sitzt der Verdampfer im Schrank, der Kondensator außen an der Rückwand, dort wird es warm.

Über Umschaltventile und ein zweites Expansionsventil kann eine Wärmepumpe auf Kühlung umgestellt werden, im Kondensator wird dann verdampft, im Verdampfer kondensiert.

Ab 2023 Luft-Wasser-Wärmepumpe der Firma M-TEC; Typ WPLK 412, regelbare Leistung 2-12 kW,
Leistung aus Gasverbrauch abgeleitet
Größe HxBxT (mm): 1040 x 1560 x 560
Schalleistungspegel: 55dB(A), Pegel einer leisen Unterhaltung oder eines Kühlschranks

Das Kompaktgerät steht zur Straße hin im Vorgarten mit 40 cm Abstand zur Hauswand.
Kein Split-Gerät (Verdampfer außen, Kompressor und Kondensator innen), kein Kältemittel im Keller!

Kältemittel R452b: enthält Hydrofluoroolefine,
Treibhauspotential wesentlich geringer als bei FKW oder FCKW
Kein Ozonabbaupotential. Niedrige Brennbarkeit.

Wärmepumpe für Heizung und Warmwasser

Vorlauftemperatur für Heizung max. 50°C, besser 40°C

Eine WW- Temperatur von 45 - 50 °C mit der Wärmepumpe ist dauerhaft erreichbar, auch bei -10°C Außentemperatur!

Die 18 Jahre alte Gas-Brennwertheizung wird abgebaut:

- Wir brauchen sie nicht!
- Der Betrieb einer „hybriden Heizung“ ist unwirtschaftlich!
- Die staatliche Förderung gibt es nur bei Stilllegung einer mit fossilen Brennstoffen betriebenen Heizung!
Bei Alter der Heizung < 20 Jahre 25% Förderung (ab August 2022), bei älteren Gasheizungen 35%.

Warmwassererzeugung

- Seit 2005 vorhandene Solarthermieanlage wird weiter betrieben,
- zusätzlich zur Wärmepumpe möglich aber nicht erforderlich.
- Eine Neuinvestition neben der Wärmepumpe ist unwirtschaftlich.

- Erzeugung des Warmwassers im Durchlaufverfahren über einen außerhalb des Pufferspeichers für Warmwasser eingebauten Plattenwärmetauschers.
- Ausreichende Größe des Warmwasserspeichers, mindestens 300 l für 2 Personen
- Von April/Mai bis mind. September soll der Warmwasserbedarf möglichst vollständig durch die Solarthermieanlage gedeckt sein

- Sollwert 45 °C Wassertemperatur

Vor der Installation wird für das gesamte System eine **Heizlastberechnung** durchgeführt.
Festlegung der Auslegung im Detail,
Identifizierung von Engpässen, z.B. zu kleinen Heizkörpern.
Gemeinsame Entscheidung über evtl. Änderungen.

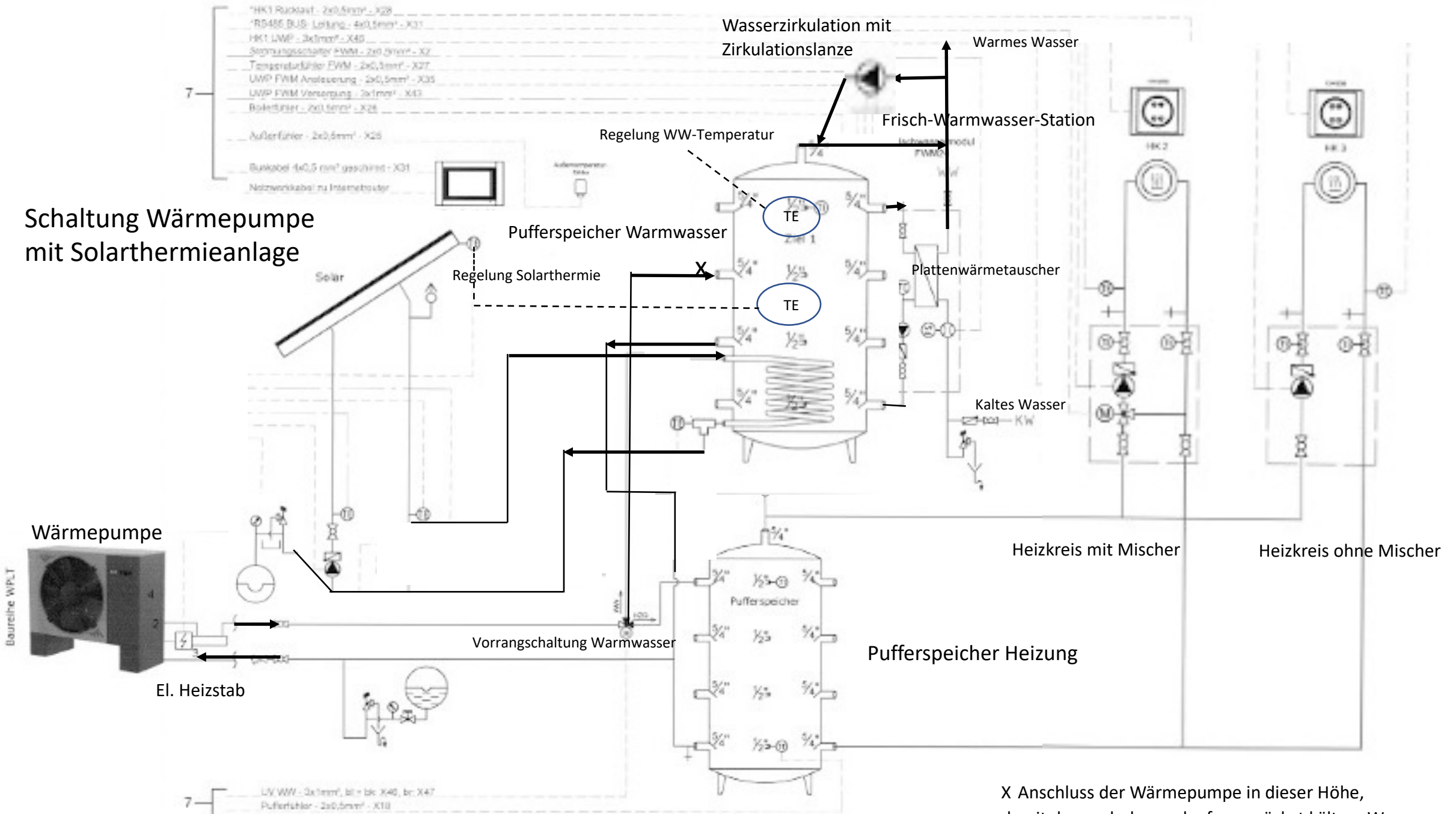
Ab 2023 Luft-Wasser-Wärmepumpe

**Kosten 25.000 € nach Abzug der Förderung,
ohne Änderungen an den Heizkreisläufen (z.B. größere Heizkörper)**

Wirtschaftlichkeit														
Gasbrennwertanlage				Wärmepumpe										
Gasverbrauch	18.000	kWh/Jahr		18.000	kWh/a									
Preis aktuell 7.11.22	12	ct/kWh		93%	Wirkungsgrad der Gasheizung			Strom aus PV Anlage						
				16.740	kWh/a	genutzt		erhöhte Cloudgebühren						
	2.160	€/a						Cloud 5500, ab 1.1.23			146,95	€/Monat		
Grundgebühr Gas	150	€/a		Jahresarbeitszahl Wärmepumpe			3,5	Bisher Cloud 2500, ab 1.1.23			70,95	€/Monat		
Strombedarf Heizung	180	€/a		alle internen Verluste und Strombedarf aller Pumpen berücksichtigt						76,00			€/Monat	
Schornsteinfeger	50	€/a		4.800	kWh/a	Strombedarf		erhöhte Umsatzsteuer			0	€/Jahr		
erhöhte Wartung	100	€/a		35	ct/kWh	Strompreis gekaufter Strom		verminderte Einspeisevergütung			438	€/Jahr		
	2.640	€/a		1.680	€/a		-960	€/a			1.350	€/Jahr	-1.290	€/a

Bei dem Betrieb von Wärmepumpen mit Strom aus konventionellen Kraftwerken, kann wegen deren schlechten Wirkungsgraden der Einsatz von Primärenergie (z.B. Erdgas) höher sein als bei der direkten Verbrennung in der konventionellen Heizung!

Schaltung Wärmepumpe mit Solarthermieanlage



X Anschluss der Wärmepumpe in dieser Höhe, damit das nach dem anlaufen zunächst kältere Wasser die Schichtung im Speicher nicht stört.

Wirtschaftlichkeitsrechnung Photovoltaikanlage, eMobil, Wärmepumpe Verlauf über 20 Jahre, Datengrundlage

Ersparnis

Haupteinflussgrößen

Haushaltsstrom, keine Stromkosten: 3000 kWh/Jahr, 35 Ct / kWh, Grundpreis anteilig enthalten

Mobilität; keine Benzinkosten: 15.000 km/Jahr, Verbrauch 6,5 l / 100km, Preis 2 € / l
dafür Strombedarf von 15.000 km x 17,8 kWh/100km: 2.700 kWh/Jahr

Wärme und Warmwasser; kein Gasverbrauch: 18.000 kWh / Jahr, 12 ct / kWh zuzüglich Grundpreis,
dafür mit Jahresarbeitszahl 3,5 Strombedarf von 4.800 kWh / Jahr

Kleinere Einflüsse

Einspeisevergütung, THG-Prämie für das EAuto (2022 350 €, 2023 280 €)

gesparte Wartungskosten, keine Kfz-Steuer

Heizung: gesparte Fixkosten

Kosten

Cloud-Gebühren, bei hohem Stromimport im Winter mit Wärmepumpe 147 € / Monat

(Annahme: 50% direkte Eigenstromnutzung über das gesamte Jahr)

eAuto: Mehrkosten (4.500 € auf 10 Jahre verteilt)

Versicherung

Der jährliche Vorteil ab 2024 ist in der Größenordnung 4.000 bis 5.000 €/Jahr mit steigender Tendenz.

Wirtschaftlichkeit Photovoltaik, eMobil, Wärmepumpe über 20 Jahre

