

01.02.23 Christian Bruchhaus, Stefan Sobotta

Energie aus der Tiefe – Geothermie mit Wärmepumpen nutzbar gemacht

Funktionsweise und Wirtschaftlichkeit der unterschätzten Wärmepumpentechnologie



Vorstellung

Stefan Sobotta und Christian Bruchhaus

Stefan Sobotta

Familienstand:

verheiratet, zwei Kinder

Wohnort:

Dortmund

Ausbildung:

Elektroinstallateur

Ingenieur elektrische Energietechnik
Energieberater

Gegenwärtige Position: Senior R&D Project Manager Heat Pump
Vaillant GmbH

Kontakt:

Stefan.Sobotta@vaillant-group.de

+49 175 2951403

Sonstiges:

Aus Überzeugung „Wärmepumper“
Autor der Fachpublikation
„Praxis Wärmepumpe“

Ausgabedatum: 09.2022

4. überarbeitete und aktualisierte Auflage

ISBN 978-3-410-30978-9 |

E-BOOK 978-3-410-30972-7 |



Christian Bruchhaus

Familienstand:

verheiratet

Wohnort:

Solingen

Ausbildung:

M.Sc. Energietechnik an der RWTH
Aachen

Gegenwärtige Position: Innovationsingenieur R&D
Vaillant GmbH

Kontakt:

Christian.Bruchhaus@vaillant-group.com

Sonstiges:

Ehem. erweitertes Vorstandsmitglied
beim Energieforum Aachen (2020/2021)

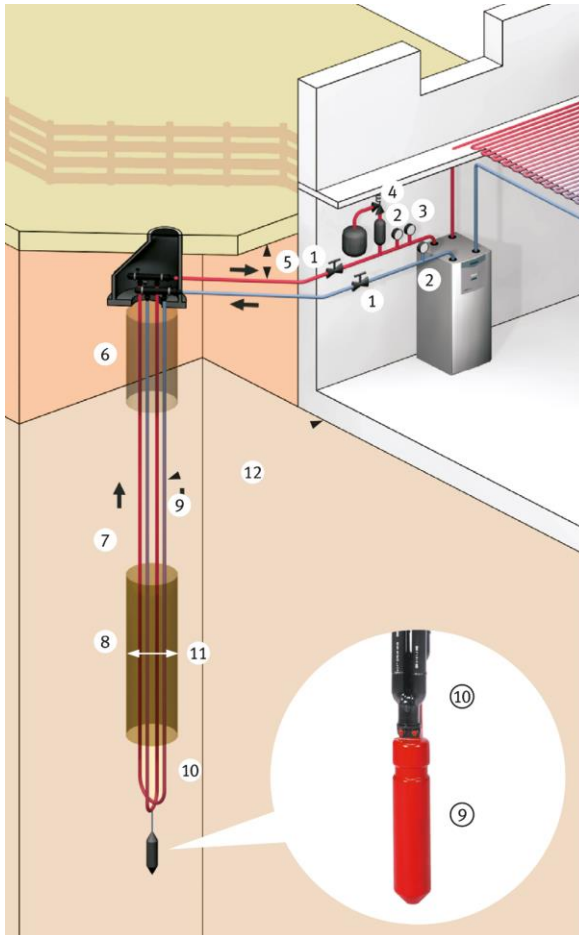
AGENDA

- 01 | Objektreportage „Wechsel der Heizungstechnik“
– Nutzung von Geothermie mit Erdwärmesonden und Wärmepumpen
- 02 | Technik Wärmepumpen
- Hauptbauteile Kältekreislauf, Übersicht Kältemittel, Vorteile einer Erdwärme Wärmepumpe
- 03 | Aktuelle Förderpolitik 2023
- 04 | Aktuelle Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen – Wärmepumpe vs. Gas –Brennwert Heizgerät vs. Pelletkessel
- 05 | Vaillant R & D – Die Chance bei Vaillant

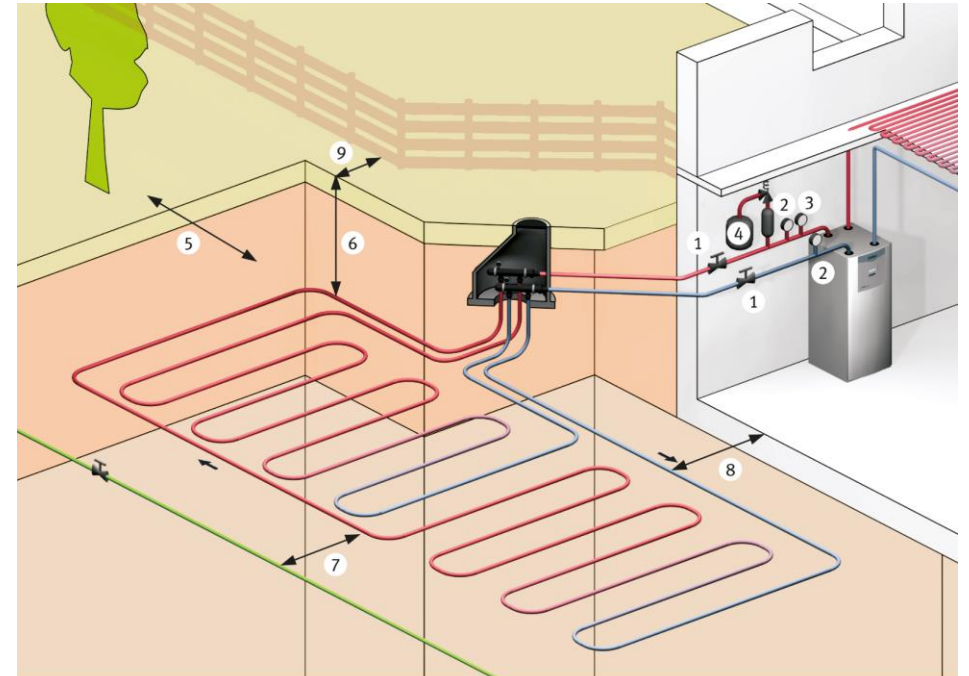
AGENDA

- 01 | Objektreportage „Wechsel der Heizungstechnik“
– Nutzung von Geothermie mit Erdwärmesonden und Wärmepumpen
- 02 | Technik Wärmepumpen
- Hauptbauteile Kältekreislauf, Übersicht Kältemittel, Vorteile einer Erdwärme Wärmepumpe
- 03 | Aktuelle Förderpolitik 2023
- 04 | Aktuelle Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen – Wärmepumpe vs. Gas –Brennwert Heizgerät vs. Pelletkessel
- 05 | Vaillant R & D – Die Chance bei Vaillant

Erdwärmekollektor oder Erdwärmesonde ?



- 1 Absperrventil
- 2 Temperaturanzeige
- 3 Druckanzeige
- 4 Sole-Ausgleichsbehälter mit Sicherheitsventil
- 5 Vorlauf/Rücklauf mit Gefälle von der Wärmepumpe zur Erdsonde im Sandbett in ca. 1 m Tiefe, Entlüftung des Kollektors bei der Wärmepumpe
- 6 Futterrohr bei losem Material, Länge ca. 6–20 m, Durchmesser ca. 17 cm
- 7 Doppel-U-Rohr-Sonde (2 Kreise pro Bohrung)
- 8 Verfüllen des Hohlraumes mit Quarzsand, Dämmen oder Betonit
- 9 Ggf. zusätzliches Eisengewicht zum Einbringen des Kollektors
- 10 Umlenkkopf mit Kollektorleitungen werkseitig verschweißt
- 11 Bohrlochdurchmesser ca. 115–220 mm
- 12 Mindestentfernung zu Gebäudefundament sollte 2 m betragen



- | | |
|---|--|
| 1 Absperrventil | 6 1,0 m–1,4 m Verlegetiefe |
| 2 Temperaturanzeige | 7 1,5 m Abstand zu Trink-, Schmutz- und Regenwasserleitungen |
| 3 Druckanzeige | 8 1,5 m Abstand zu Gebäudefundamenten |
| 4 Sole-Ausgleichsbehälter mit Sicherheitsventil | 9 1 m Abstand zu Zaunfundamenten und Ähnlichem |
| 5 0,5 m Abstand zum äußeren Rand der Baumkrone | |

Geologische Daten

Geologischer Dienst NRW

Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen Landesbetrieb

Startseite | Presse | Service | Kontakt | Impressum | Datenschutz | Suche

Startseite | Produkte | Boden | Geologie | Rohstoffe | Grundwasser | Erdwärme | Geofahren

Startseite > Erdwärme > Geothermie-Portal NRW >

Kontakt
 Dipl.-Geol. Schäfer
 Fon: +49 2151 897-488
 Dipl.-Geol. Schuster
 Fon: +49 2151 897-582
 E-Mail: geothermie@gd.nrw.de

Geothermie-Portal NRW
 Standortcheck und Daten für die Detailplanung >
Infomaterial
 Broschüre, PDF (11 MB) >
 Flyer, PDF (3 MB) >
 ... bestellen >
 Methoden- und Messgerätevergleich „Wärmeleitfähigkeit“

Die vor Ort zu erwartende Bodenbeschaffenheit wird in Karten der geologischen Landesdienste mit folgenden Angaben beschrieben:

- Art, Mächtigkeit und Verbreitung der Gesteine im Untergrund
- Grundwasserführung der Gesteine
- Grundwasserstand
- Ev. Auflagen wie z.B. Wasserschutzgebiete
- Merkblätter „Wasserwirtschaftliche Anforderungen“

Geothermie in NRW – Standortcheck

Ort, Adresse, POI...

Themen

Erdwärmekollektoren

1800 (2400) Betriebsstunden/Jahr

Erdwärmesonden

Erhöhte Fließgeschwindigkeit

40 m Sondenlänge

60 m Sondenlänge

80 m Sondenlänge

100 m Sondenlänge

Hydrogeologisch kritische Bereiche

Wasser- und Heilquellenschutzgebiete

weitere Bereiche (nur Erdwärmesonden)

Legende

Erdwärmesonden

Wärmeleitfähigkeit [W/(m·K)]

| | |
|----------------------|--|
| sehr gut (> 3,5) | |
| sehr gut (3,0 – 3,4) | |
| gut (2,5 – 2,9) | |
| gut (2,0 – 2,4) | |
| mittel (1,5 – 1,9) | |
| mittel (1,0 – 1,4) | |
| gering (0,5 – 0,9) | |
| gering (< 0,5) | |

Die alte Heizungsanlage

Dachheizzentrale mit Gaswandheizgerät (Brennwert),
150 l indirekt beheizten Speicher und witterungsgeführte Regelung



Vorbereitungen für die Bohrung

Markierung der Bohrpunkte, Erstellen der Bohrgutgrube und des Zuführgrabens, Anfahrt Bohrgerät etc.



Durch den Einsatz eines Minibaggers sowie kompakter selbstfahrender Bohraggregate sind die Erdarbeiten selbst in kleinen Gärten möglich. Gleichzeitig wird der zwangsläufig entstehende Flurschaden auf ein Minimum reduziert.

- Anfahrt des auf einem Tieflader hertransportierten kompakten Bohrgerätes, dem Kompressor, das Rohrmaterial, Verfüllmaterial und Verfüllmasse
- Ausrichten des Bohrgerätes an dem zuvor markierten Punkt für die Ersondenbohrung.

Bei der Markierung der Sondenbohrung sind in der Regel 3 m Abstand zur Grundstücksgrenze einzuhalten. Damit wird die gegenseitige Beeinflussung der Entzugsleistung durch die Erdwärmesonden im Nachbargrundstück vermieden.

Abteufen der Bohrung

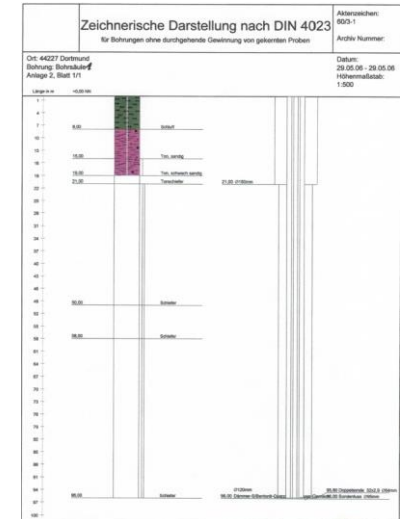
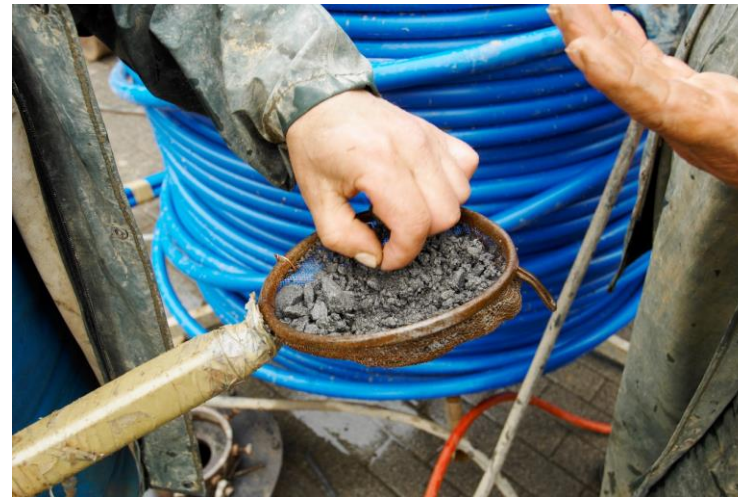


Sondenbohrungen werden punktgenau durchgeführt. Überwiegend wird für die Bohrung von Erdwärmesonden das **Imloch Bohrerhammer Verfahren** eingesetzt, da die Bodendichte an der Oberfläche in der Regel geringer ist als in der Tiefe. Um im sogenannten Lockergestein das Einstürzen des Bohrloches zu verhindern, wird deshalb auf den ersten Metern eine **Schutzverrohrung** mit eingebracht. Sie stützt das umgebende Erdreich ab und sorgt für die problemlose Ausspülung des Bohrgutes.



Bodenproben

Zeichnerische Darstellung des Schichtenverzeichnisses



Vorbereitung der Erdsonde



Parallel zum Abteufen der Erdsondenbohrung wird die Doppel U Rohr Sonde auf eine Haspel platziert und für die Einbringung vorbereitet. Ventile werden installiert um eine Dichtigkeitsprüfung noch „über der Erde“ durchzuführen.

Einbringen der Erdsonde



Ist das Abteufen des Bohrloches abgeschlossen, wird unter größter Sorgfalt die Doppel U Rohr Sonde in das durch die Schutzverrohrung offene Bohrloch eingebracht. Die Sonde wird mit Wasser gefüllt und dem Sondenkopf an der Spitze in die Tiefe eingebracht. Über die Längenangaben auf dem Sondenrohr wird die erreichte Tiefe kontrolliert. Die offenen Enden sind mit Verschlusskappen geschützt – ein Eindringen von Schmutz wird dadurch vermieden.

Ausbau der Schutzverrohrung



Die Doppel U Rohr Sonde hat die vorgesehene Abteuftiefe erreicht, das Bohrloch kann für die Verfüllung vorbereitet werden. Die Schutzverrohrung wird aus dem Bohrloch herausgezogen – dabei wird

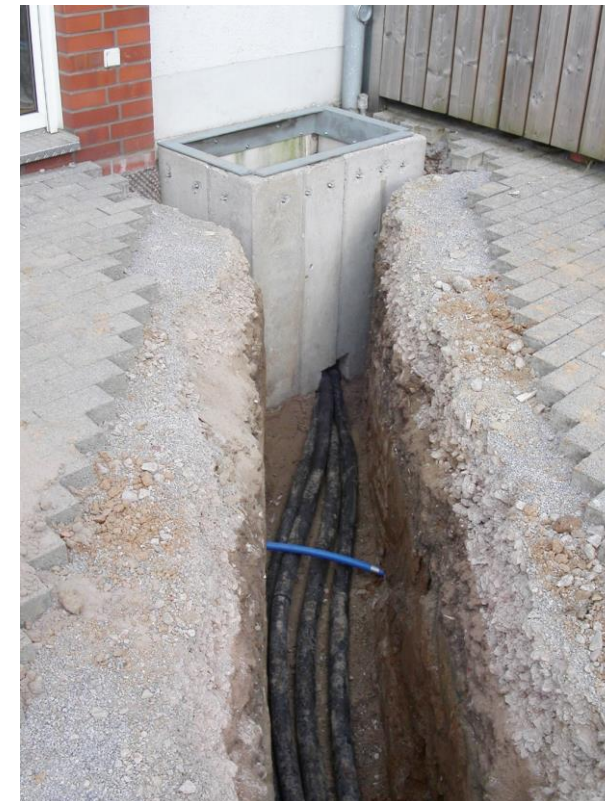
Verfüllen des Bohrloches



Für einen guten Wärmeübergang muss der Ringspalt (der Hohlraum) zwischen Erdsonde und der Wandung der Bohrung dicht verfüllt werden. Dazu wird das Verpressmittel bestehend aus Quarzsand, Dämmertarm oder Betonit mittels einer Kreiselpumpe (400 V !) und hohem Druck in das Bohrloch gepresst. Mit der Doppel U Rohr Sonde ist noch ein fünftes Rohr in den Untergrund abgeteuft worden. Mit diesem wird der Ringspalt kontinuierlich von unten nach oben verpresst (verfüllt): Tritt das Verpressmittel am Bohrlochmund (am Anfang der Bohrung) aus dem Bohrloch ist Verfüllung erfolgreich abgeschlossen.

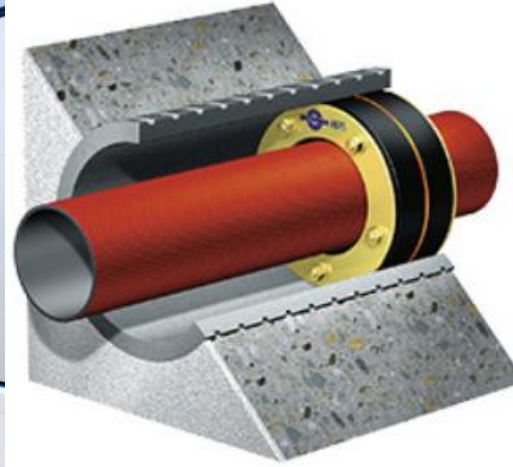


Verlegen der Soleleitungen



Die Anbindung der Soleleitung Vorlauf / Rücklauf erfolgt durch den bereits ausgehobenen Zuführgraben. Die Rohre enden normalerweise in einem Schacht. Entweder in einem runden Sammelschacht oder direkt am Haus in einem (zweckentfremdeten) Lichtschacht. Dort werden die zwei Kreise mittels eines Verteiler/Sammler zusammengeführt. Alternativ können die beiden Kreise auch mittels „Hosenstücke“ zu einer Tichelmann- Schaltung zusammengeführt werden.

Anschluss der Erdwärmesonde ins Haus



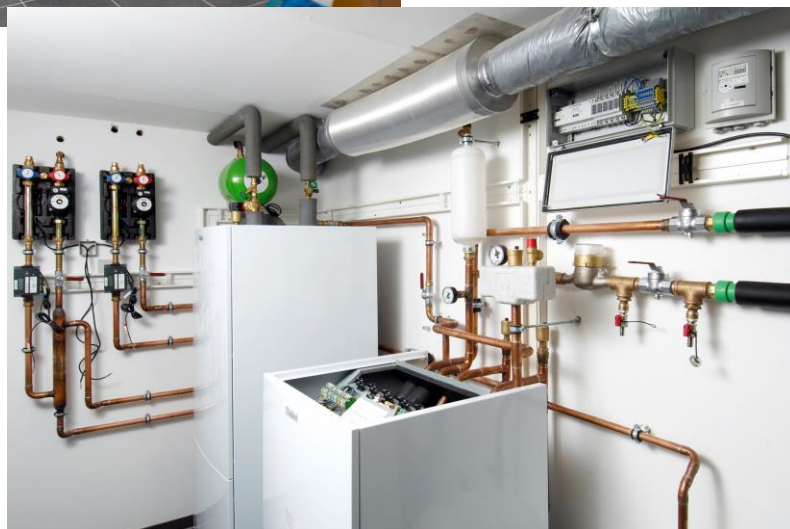
Die Wanddurchführung für die Soleleitung Vorlauf / Rücklauf ins Haus ist mit zwei Kernbohrungen schnell erledigt. Der Ringspalt zwischen ist abzudichten. Es existieren grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

- Verfüllen des Ringspalt mit Brunnenschaum und anschließender Verputzung innen/außen
- Bei drückendem Wasser sind die Wanddurchführungen mit speziellen Dichtungsmanschetten auszuführen. Geeignete Dichtungen liefern Doyma oder ACO Passavant.

Fertigstellung der Erdsondenanlage und des Außenbereichs



Installation der Wärmepumpe inklusive der Elektroinstallation



Befüllen der Erdwärmesonde



Fertig installierte energiesparende Heizungsanlage

... anschließende Einweisung der Kunden

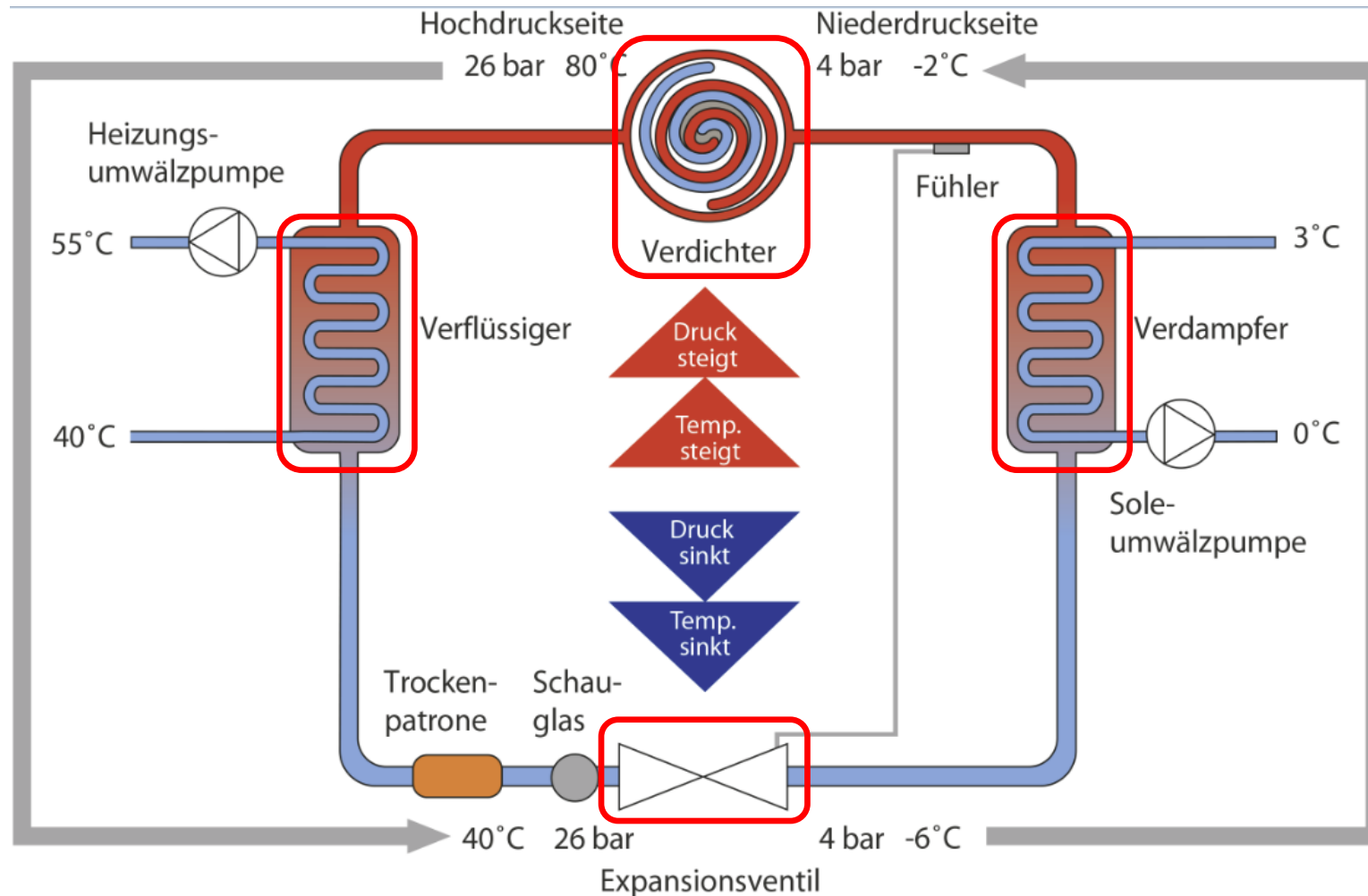


AGENDA

- 01 | Objektreportage „Wechsel der Heizungstechnik“
– Nutzung von Geothermie mit Erdwärmesonden und Wärmepumpen
- 02 | Technik Wärmepumpen
- Hauptbauteile Kältekreislauf, Übersicht Kältemittel, Vorteile einer Erdwärme Wärmepumpe
- 03 | Aktuelle Förderpolitik 2023
- 04 | Aktuelle Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen – Wärmepumpe vs. Gas –Brennwert Heizgerät vs. Pelletkessel
- 05 | Vaillant R & D – Die Chance bei Vaillant

Hauptbauteile des Kältekreislaufes einer Wärmepumpe

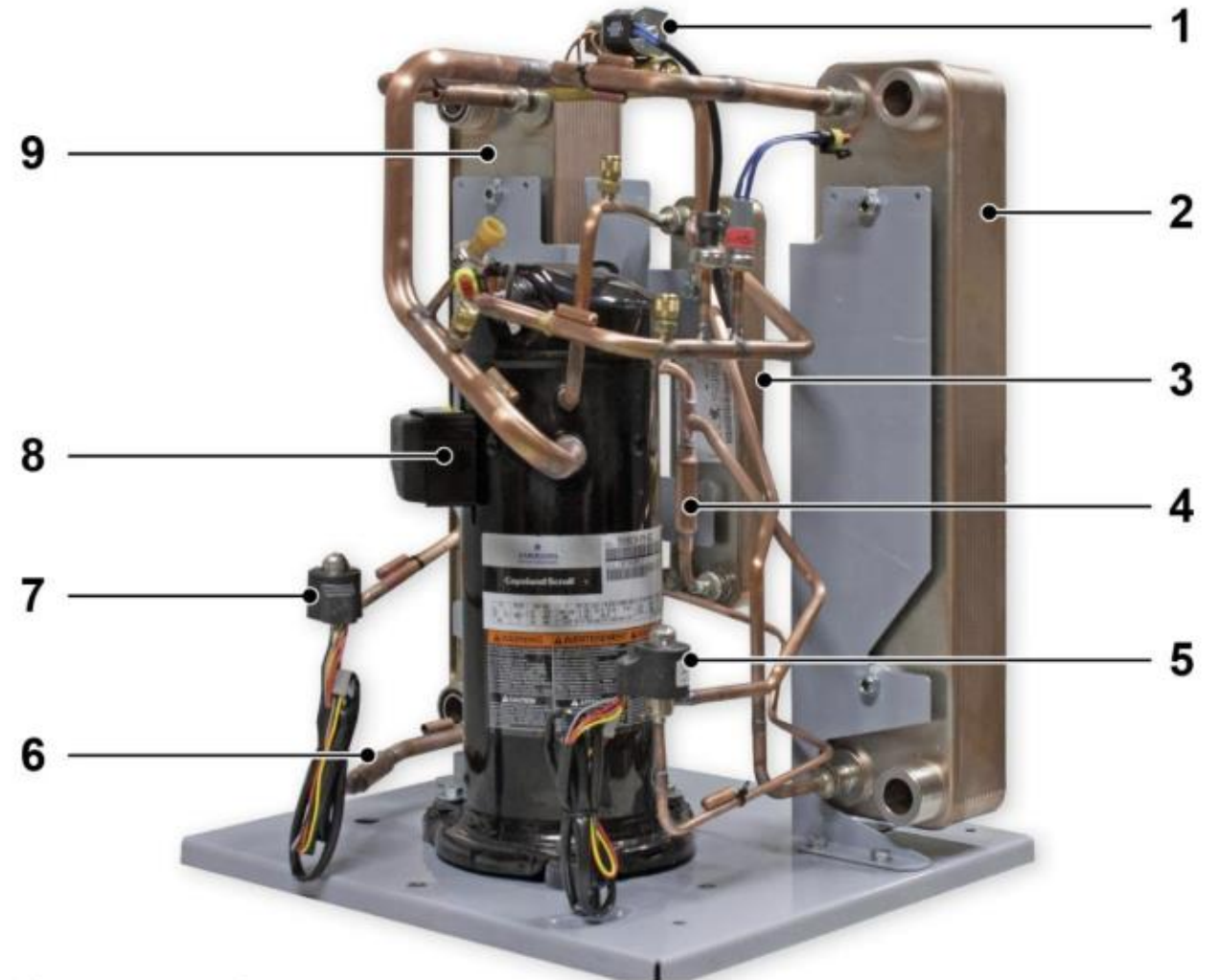
Kältekreislauf einer Sole/Wasser Wärmepumpe



Hauptbauteile des Kältekreislaufes einer Wärmepumpe

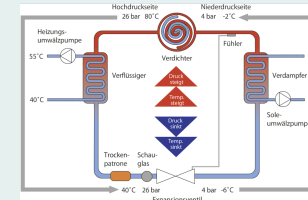
Innerer Aufbau einer Sole/Wasser Wärmepumpe

- 1) Vier Wege Umschaltventil
- 2) Verflüssiger (2)
- 3) EVI Verdampfer (3)
- 4) + 6) Schmutzfilter (4, 6)
- 5) Expansionsventile (5, 7)
- 8) Kompressor (8)
- 9) Verdampfer (9)



Hauptbauteile Kältekreislauf

Hauptbauteile Kältekreislauf



Verdampfer (Evaporator)

Kompressor (Verdichter):

- Scrollkompressor
- Rollkolbenkompressor
- Hubkolbenkompressor
- Turbokompressoren
- Schraubenkompressoren

Verflüssiger (Condenser)

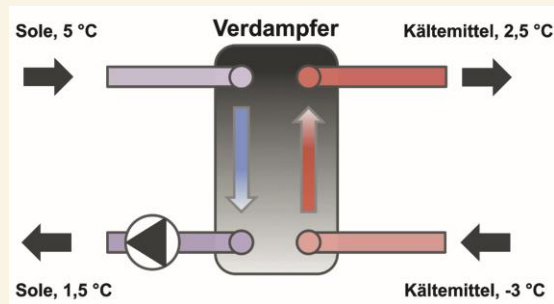
Expansionsventil:

- Thermostatisches Expansionsventil (TEV)
- Druckgeregeltes Expansionsventil (PEV)
- Elektronisches Expansionsventil (EEV)
- Kapillarrohr

Verdampfer / Verflüssiger

Optimaler Bauraum, Steigerung der Übertragungsleistung, Verringerung der Kosten

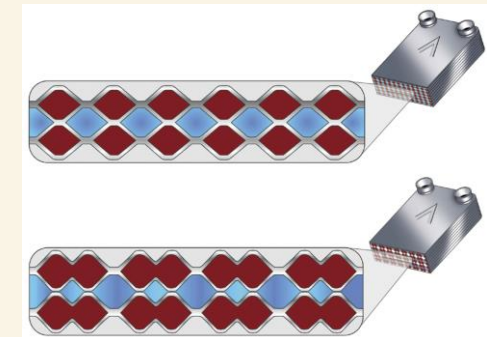
Im Verdampfer entzieht das Kältemittel der Wärmequelle die zur Verdampfung des Kältemittels benötigte Wärme. Zur Wärmeübertragung wird ein verlöteter Plattenwärmetauscher aus Edelstahl verwendet. Der Wärmetauscher arbeitet zur optimalen Energieausnutzung im Gegenstromprinzip.



Optimierung der einzelnen Edelstahlplatten durch Prägung oder durch asymmetrische Platten



Klassische Fischgrätprägung und der MircoPlate Plattenübertrager, Danfoss (rechts)



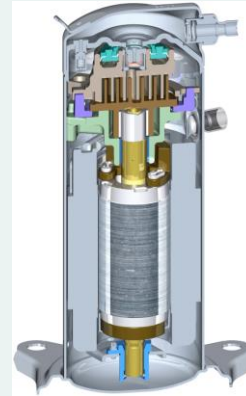
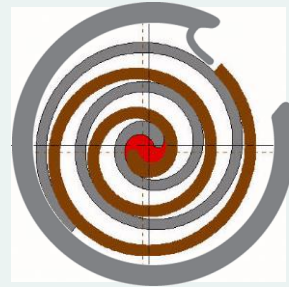
Klassisch aufgebauter Platten Wärmeübertrager und der asymmetrische Version von SWEP

Kompressor

Vergleich des Scrollkompressors mit dem Rollkolbenkompressor

Scroll Kompressor

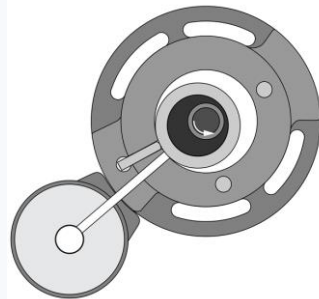
In den zwei ineinander gesteckten Spiralen werden sich ständig verändernde Gasräume gebildet.



- ++ Effizienz
- ++ Vibration/Schallemissionen
- + Produktlebensdauer
- Fertigungsaufwand/Herstellkosten
- Hubraum: 20 – 250 ccm (nicht für Wärmepumpen < 10 kW verfügbar)
- o Platzbedarf

Rollkolben Kompressor

Ein Rollkolben ist exzentrisch an der Antriebswelle des Kompressors angebracht. Der Kolben rotiert an den Wandungen des Kompressor-Gehäuses entlang. Ein Gleitdichtungsschieber unterteilt den Raum in einen Druck- und Saugraum.



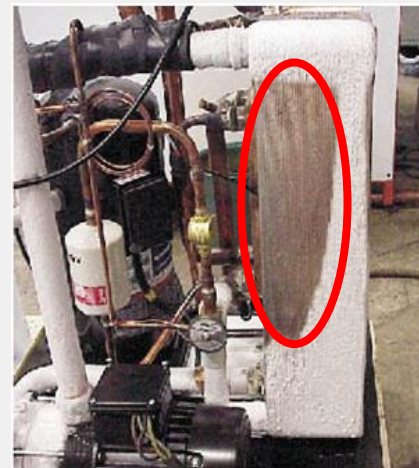
- + gute Effizienz
- + Vibration/Schallemissionen
- o Produktlebensdauer
- + Fertigungsaufwand/Herstellkosten
- + Hubraum: 5 – 100 /120) ccm
auch für kleine Wärmepumpen verfügbar
- + Platzbedarf (Doppelrollkolben)

Verdampfer / Verflüssiger

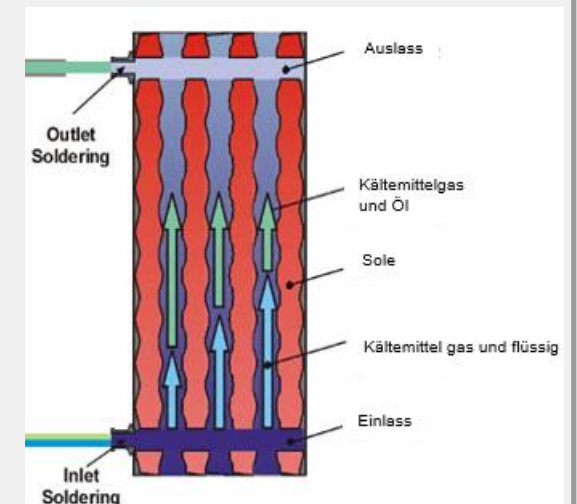
Die Heizwassertemperatur im Verflüssiger ist niedriger als die Temperatur des überhitzten Kältemitteldampfes. Vom Dampf wird Wärme auf das Heizwasser übertragen. Im Durchlauf des Kältemittels wird die Wärmeenergie bis zur Kondensation abgegeben.



Ein Einspritzsystem im Plattenwärmeaustauscher optimiert die Durchströmung im Verdampfer deutlich, vergleichmäßigen und somit die Effizienz erhöhen



Verdampfer ohne Einspritzsystem mit ungleichmäßiger Durchströmung

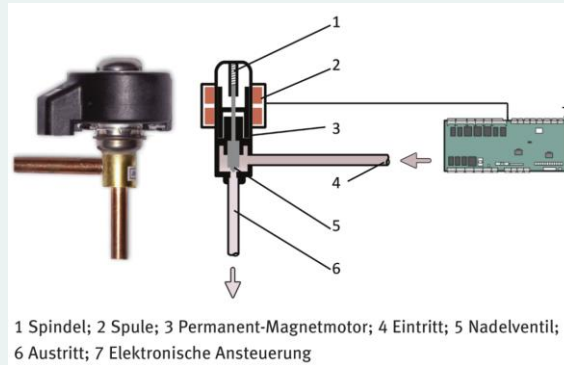


Expansionsventile

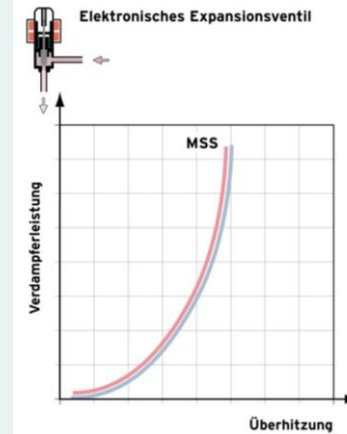
Vergleich des Elektronischen Expansionsventils (EEV) mit dem Thermostatischen Expansionsventil (TEV)

Elektronisches Expansionsventil:
Das EEV arbeitet auf eine Überhitzung von 2-4K nach dem Verdampfer.

Zum Betrieb wird ein Nadelventil durch elektrische Signale in Form von Impulsen an den Spulen des EEV schrittweise gedreht, um so den Kältemittelstrom und somit die Überhitzung zu regulieren



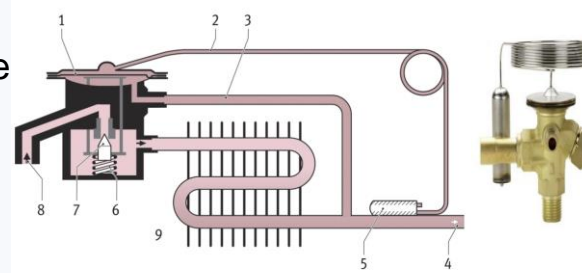
1 Spindel; 2 Spule; 3 Permanent-Magnetmotor; 4 Eintritt; 5 Nadelventil; 6 Austritt; 7 Elektronische Ansteuerung



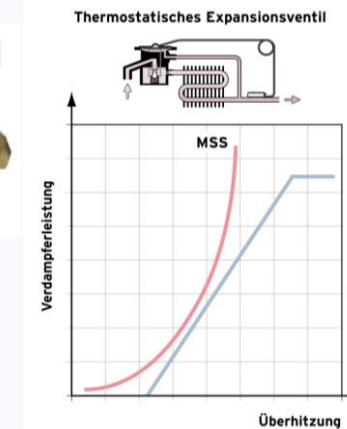
Ein elektronisches Expansionsventil in der Lage eine stabile Überhitzung zu erzielen bei den unterschiedlichen Verdampfer Leistungen zu erzielen. Das EEV folgt somit der MSS-Linie (Minimal-Stabiler-Betriebspunkt-Linie).

- + Erhöhung der Leistungszahl durch bessere Ausnutzung des Verdampfers
- + gutes Teillastverhalten

Thermostatisches Expansionsventil:
Das TEV regelt die Kältemittelmenge zum Verdampfer um eine (sichere) komplette Verdampfung sicherzustellen. Ein Kapillarrohrfühler hinter dem Verdampfer drückt auf eine Membrane die wiederum eine Ventalnadel öffnet oder schließt (in Abhängigkeit der Kältemitteltemperatur hinter dem Verdampfer)



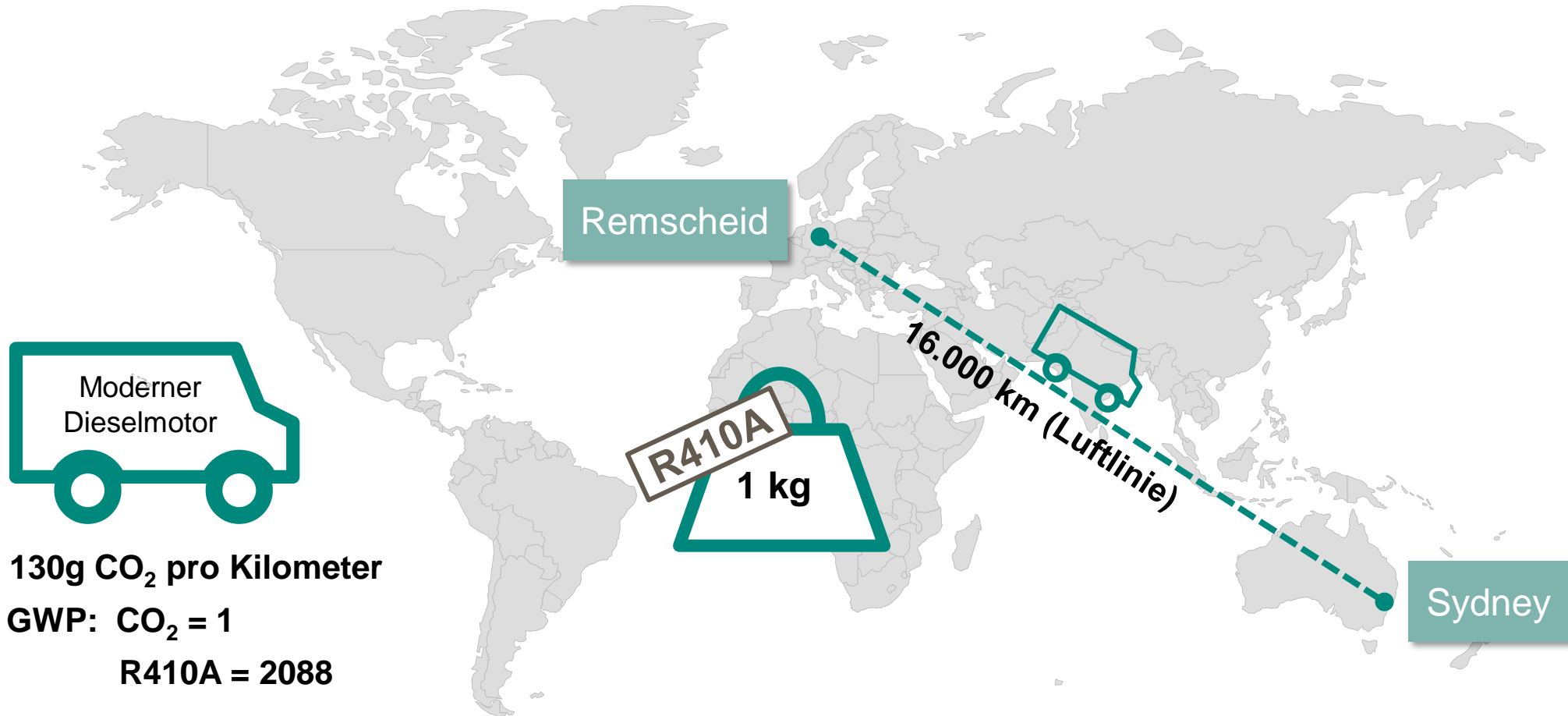
1 Membrane; 2 Kapillare; 3 Druckausgleichsleitung; 4 Kältemittel zum Verdichter; 5 Temperaturfühler; 6 Regulierfeder; 7 Ventalnadel; 8 vom Verflüssiger; 9 Verdampfer



- + Geschlossener Regelkreis (keine Elektronik & Software notwendig)
- + Geringere Kosten (komplette Regelstrecke)

Treibhauseffekt

von 1kg R410A Kältemittel



GWP – Treibhauspotential von Kältemitteln

| Kältemittel | GWP gemäß IPCC IV und F-Gas-Verordnung EU 517/2014 | Typ |
|---|--|----------------|
| R23 | 14 800 | H-FKW |
| R404A | 3 922 | H-FKW |
| R410A | 2 088 | H-FKW |
| R407C / R407F | 1 774 / 1 825 | H-FKW |
| R134a | 1 430 | H-FKW |
| R449A | 1 397 | H-FKW/HFO |
| R32 | 675 | H-FKW |
| R454C | 145 | H-FKW/HFO |
| R1234yf / R1234ze | 4 / 7 | HFO |
| R290 (Propan) / R600a (Isobutan) / R1270 (Propen) | 3 | HC / natürlich |
| R744 (CO ₂) | 1 | natürlich |
| R717 (NH ₃) | 0 | natürlich |
| R718 (H ₂ O) | 0 | natürlich |

Zukünftige Alternativen für die Wärmepumpenanwendung

| Kältemittel | GWP | Typ | Eignung für Wärmepumpen |
|-------------------------|---------|---------------|---|
| R32 | 675 | H-FKW | geeignet |
| R454C; R457A; R459B | ca. 145 | H-FKW/ HFO | geeignet |
| R1234yf / R1234ze | 4 / 7 | HFO | Nein: sehr hohe Kosten; „yf“: niedrige Effizienz; „ze“: geringe Dichte und niedrige volumetrische Kälteleistung |
| R290 (Propan) | 3 | HCs | geeignet |
| R600a (Isobutan) | 3 | HCs | Gering geeignet: geringe Verdampfungstemperatur; niedrige Dichte |
| R744 (CO ₂) | 1 | natürlich | Gering geeignet: sehr hohe Drücke; schlechter COP bei niedrigem Δt Vorlauf / Rücklauf |
| R717 (NH ₃) | 0 | natürlich | Nein: toxisch |
| R718 (H ₂ O) | 0 | natürlich | Nein: nur Temperaturen >0 °C |

Zukünftige Alternativen

R410A

Bisher kein Verbot =>
kann bei neuen Pumpen
noch eingesetzt werden;
Zukünftig sind Verbote
möglich;

Kostendruck wird
aufgrund des hohen
GWP 2088 steigen

R32

mögliche **Zwischenlösung**
durch GWP 675;
Aufgrund der niedrigen
Entflammbarkeit
interessant auch für **Split-
Geräte**

R290

Bevorzugtes Kältemittel
für die **Zukunft** aufgrund
seiner
außergewöhnlichen
Eigenschaften

Vergleich der Kältemiteleigenschaften

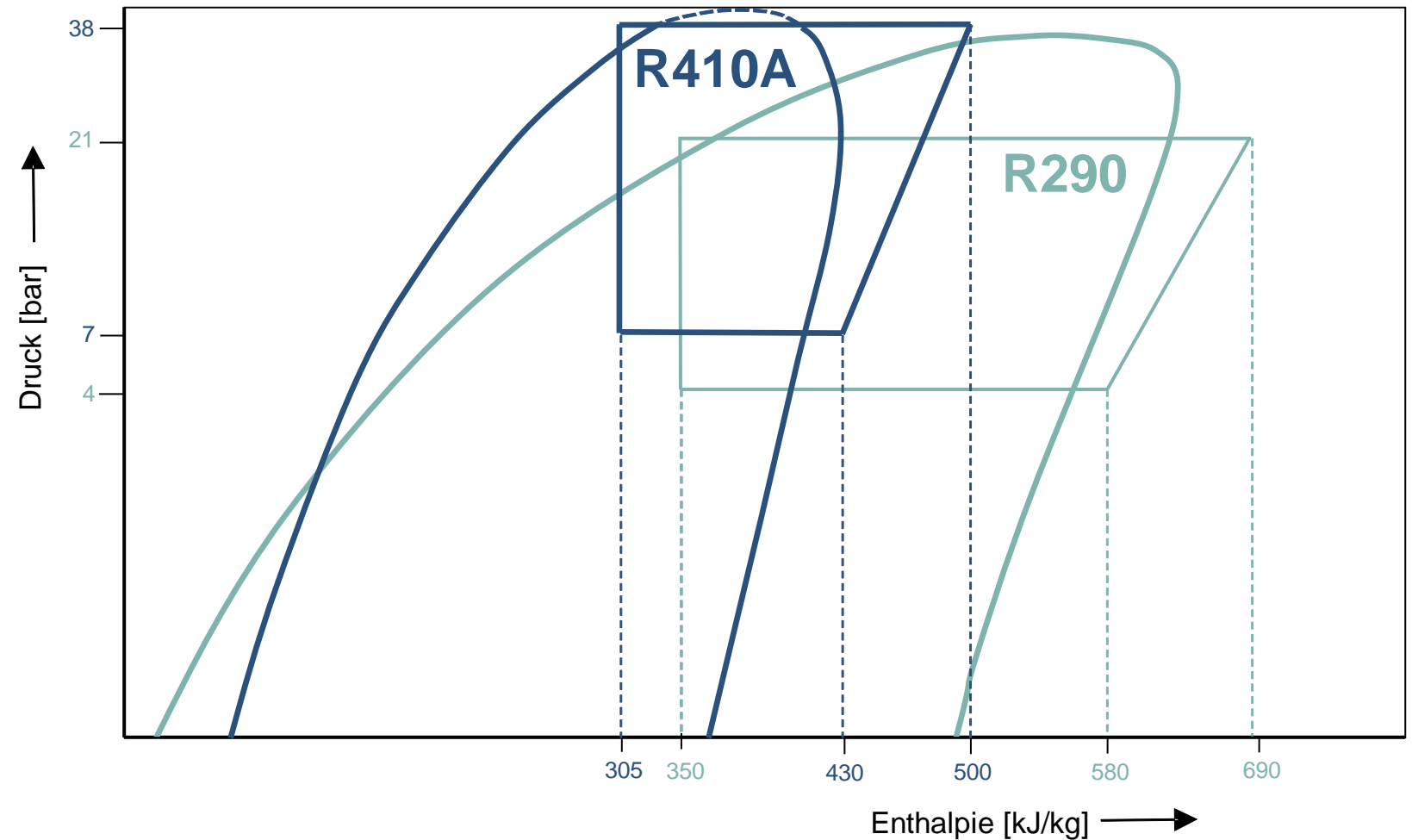
R410A vs. R290

- Kältekreislauf für
 - 60°C Kondensationstemp.
 - 5°C Verdampfungstemperatur

- Effizienz

$$\text{R410A : COP} = \frac{195}{70} = 2,8$$

$$\text{R290 : COP} = \frac{340}{110} = 3,1$$

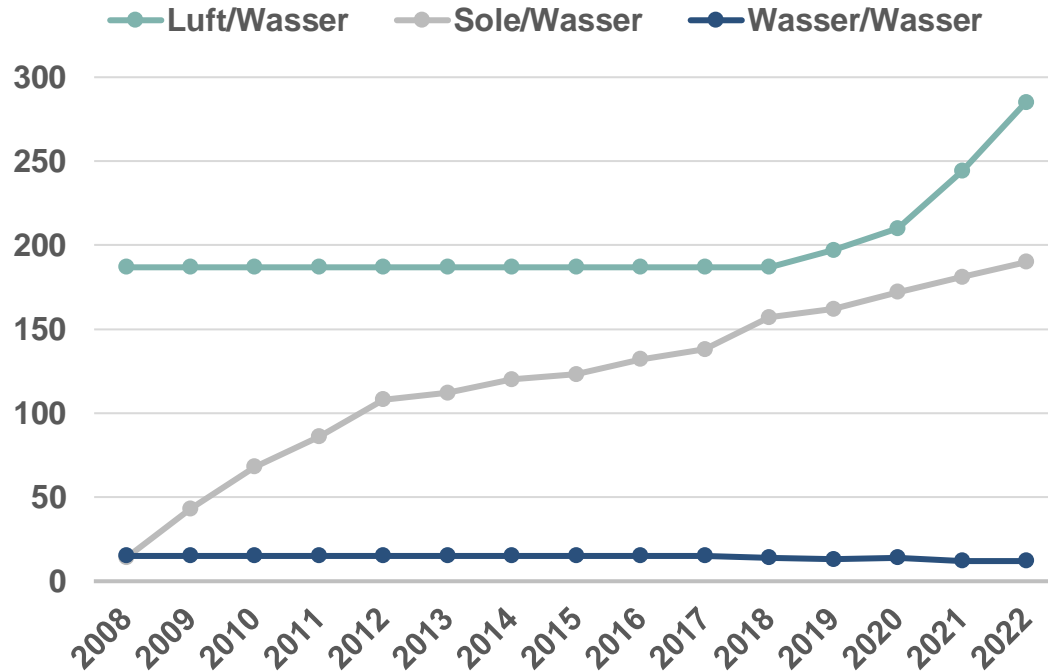


Statistische JAZ von Wärmepumpen

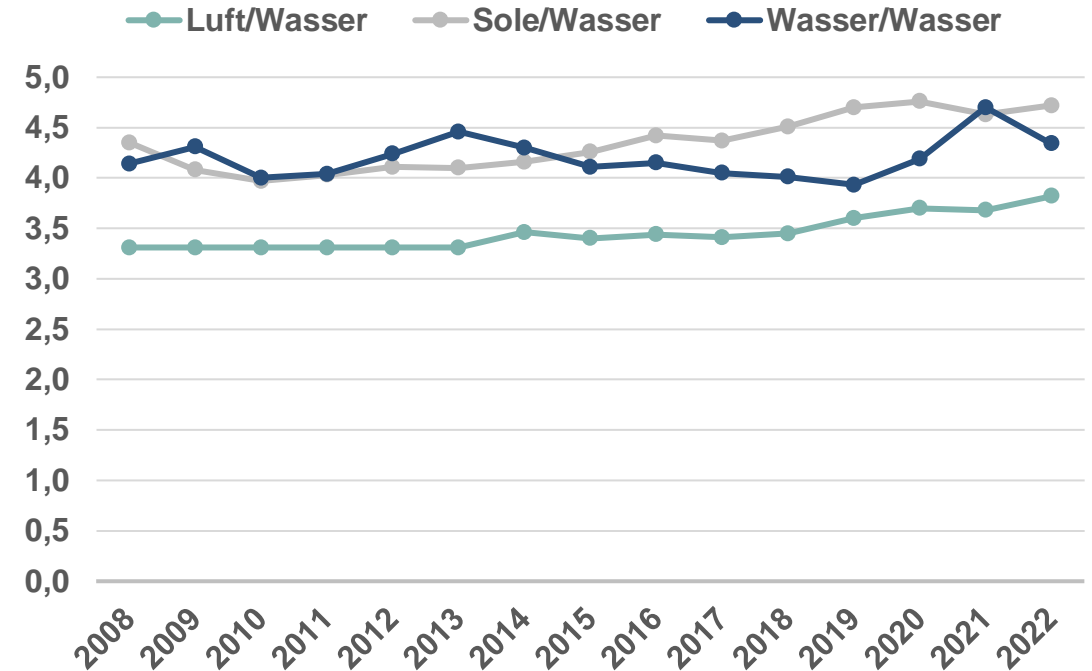
Wärmepumpen Verbrauchsdatenbank

Quelle: www.waermepumpen-verbrauchsdatenbank.de

ANZAHL ANLAGEN



JAHRESARBEITSAHLE









Auf Basis von ~200 Sole/Wasser und ~300 Luft/Wasser Anlagen in der Verbrauchsdatenbank lässt sich im Jahr 2022 sagen, dass die JAZ von Sole/Wasser Wärmepumpen ungefähr um 1 höher ist als die JAZ von Luft/Wasser Wärmepumpen.

Vor- und Nachteile einer Erdwärmepumpe







Quelle: Vaillant flexoTHERM exclusive

Pro

-  Hohe Jahresarbeitszahl
-  Geringer Platzbedarf
-  Keine Geräuschprobleme
-  Passives Kühlen möglich
-  Niedrige Energiekosten
-  Lange Lebensdauer der Erdsondenanlage

Con

-  Hohe Investitionskosten
-  Genehmigungen nötig
-  Hoher Platzbedarf (Erdkollektor)
-  Hoher Planungsaufwand

AGENDA

- 01 | Objektreportage „Wechsel der Heizungstechnik“
– Nutzung von Geothermie mit Erdwärmesonden und Wärmepumpen
- 02 | Technik Wärmepumpen
- Hauptbauteile Kältekreislauf, Übersicht Kältemittel, Vorteile einer Erdwärme Wärmepumpe
- 03 | **Aktuelle Förderpolitik 2023**
- 04 | Aktuelle Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen – Wärmepumpe vs. Gas –Brennwert Heizgerät vs. Pelletkessel
- 05 | Vaillant R & D – Die Chance bei Vaillant

Ab 1.01.2023 geltende Förderung der Wärmepumpe in der BEG EM

Bis zu 40% BAFA Förderung

BAFA-Förderung BEG-EM für Wärmepumpen ab 2023

| Austausch ineffiziente Heizung ¹⁾ | | Austausch sonstige Heizung | |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Standard-Fall | Mit WP-Bonus ²⁾ | Standard-Fall | Mit WP-Bonus ²⁾ |
| 35% | 40% | 25% | 30% |

Quelle: www.waermepumpe.de

¹⁾ funktionstüchtige Öl-, Kohle-, Nachtspeicher-, Gasanlagen- oder min. 20 Jahre alte Gaszentralheizung

²⁾ WP-Bonus für die Nutzung der Wärmequellen Erdreich, Grundwasser und Abwasser sowie für Wärmepumpen, die natürliche Kältemittel nutzen.

Anforderungen

- Energieverbrauchs- und Effizienzanzeige
- Schnittstelle zum Abschalten der Wärmepumpen über Netzbetreiber (SG-Ready / VHP ready)
- Bestimmte Schallemissionen müssen eingehalten werden
- SCOP von mindestens 3,0
- Bei Sanierung: Mindestens 65% Erneuerbare Energien nach Sanierung
- Hydraulischer Abgleich
- Weitere Förderung für Abluft-Wärmepumpen

AGENDA

- 01 | Objektreportage „Wechsel der Heizungstechnik“
– Nutzung von Geothermie mit Erdwärmesonden und Wärmepumpen
- 02 | Technik Wärmepumpen
- Hauptbauteile Kältekreislauf, Übersicht Kältemittel, Vorteile einer Erdwärme Wärmepumpe
- 03 | Aktuelle Förderpolitik 2023
- 04 | Aktuelle Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen – Wärmepumpe vs. Gas –Brennwert Heizgerät vs. Pelletkessel
- 05 | Vaillant R & D – Die Chance bei Vaillant

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung/Kostenvergleich - Einfamilienhaus Neubau; Dach innerhalb thermischer Hülle, kein Keller

Berechnungsgrundlagen und Systemvorstellung

- Nutzfläche A_N : 155,8 m²
- Heizlast: 6 kW
- Heizwärmebedarf q_h : 63,4 kWh/m²a
- Trinkwasserbedarf q_{TW} : 12,5 kWh/m²a
- Primärenergiefaktor Strom: 1,8
- Energiepreise Stand 2022:

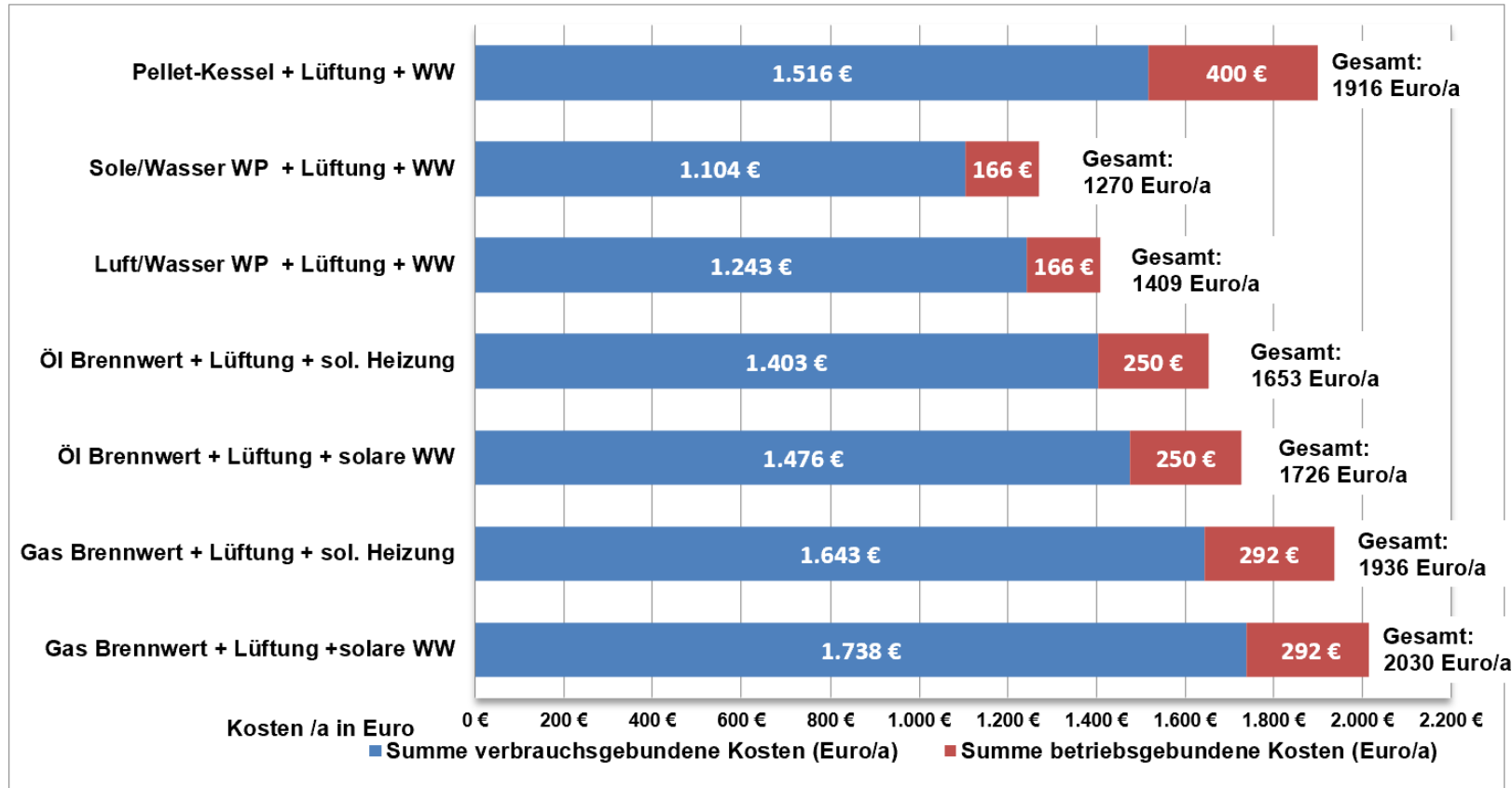
| | |
|------------------------------------|--------------|
| Mittelwert Strompreis Wärmepumpe*: | 34,22 ct/kWh |
| Mittelwert Gaspreis*: | 17,88 ct/kWh |
| Mittelwert Ölpreis*: | 14,53 ct/kWh |
| Mittelwert Pellet Preis*: | 08,02 ct/kWh |

| | Gas Brennwert + Lüftung + solare Warmwasserbereitung | Gas Brennwert + Lüftung + solare Hz. Unterstützung + solare WW bereitung | Öl Brennwert + Lüftung + solare Warmwasserbereitung | Öl Brennwert + Lüftung + solare Hz. Unterstützung + solare WW bereitung | Luft/Wasser WP + Lüftung + Warmwasserbereitung | Sole/Wasser WP + Lüftung + Warmwasserbereitung | Pellet-Kessel + Lüftung + Warmwasserbereitung |
|----------------------|--|--|---|---|--|--|---|
| | | | | | | | |
| Investitionskosten** | 26.108 Euro | 29.232 Euro | 36.171 Euro | 40.080 Euro | 23.387 Euro | 29.968 Euro | 30.933 Euro |

Die Investitionskosten sind bei den Öl Brennwert Systemen am höchsten. In Kombination mit den niedrigen verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten ist die Wärmepumpe auch ein wirtschaftliches System.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung/Kostenvergleich - Einfamilienhaus Neubau; Dach innerhalb thermischer Hülle, kein Keller

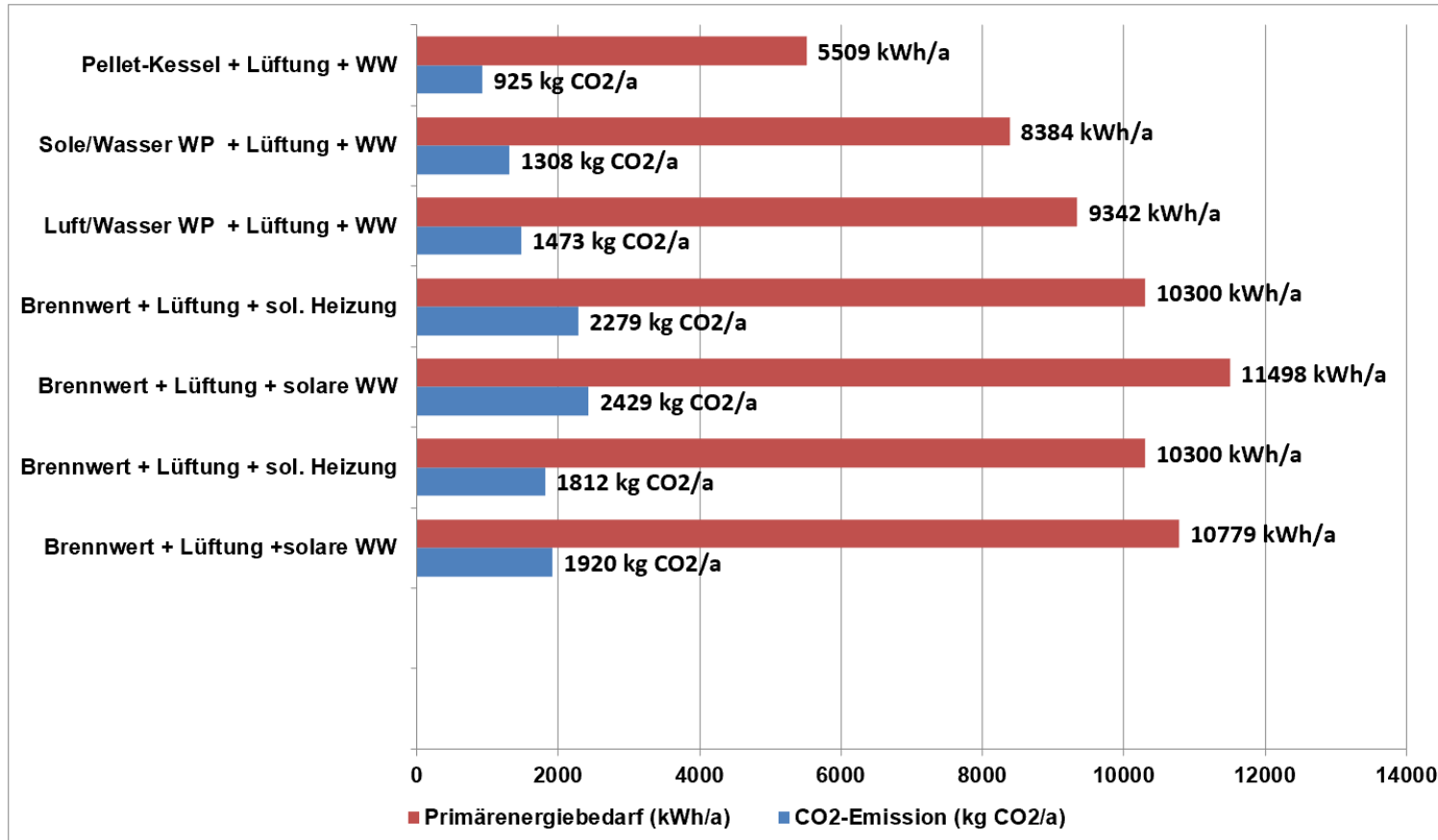
Summe verbrauchs- und betriebsgebundene Kosten (Euro/a)



Die verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten der Wärmepumpen sind im Vergleich am niedrigsten. Die überproportionalen Preisanstiege bei Öl, Gas aber auch für Pellets schlagen bei den verbrauchsgebundenen Kosten voll durch.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung/Kostenvergleich - Einfamilienhaus Neubau; Dach innerhalb thermischer Hülle, kein Keller

CO₂-Emission (kg CO₂/a) / Primärenergiebedarf (kWh/a)



Der Primärenergiebedarf des Pelletkessel ist am niedrigsten gefolgt von beiden Wärmepumpen Systemen

AGENDA

- 01 | Objektreportage „Wechsel der Heizungstechnik“
– Nutzung von Geothermie mit Erdwärmesonden und Wärmepumpen
- 02 | Technik Wärmepumpen
- Hauptbauteile Kältekreislauf, Übersicht Kältemittel, Vorteile einer Erdwärme Wärmepumpe
- 03 | Aktuelle Förderpolitik 2023
- 04 | Aktuelle Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen – Wärmepumpe vs. Gas –Brennwert Heizgerät vs. Pelletkessel
- 05 | Vaillant R&D – Die Chance bei Vaillant

Vaillant R&D – Die Chance bei Vaillant



Vaillant Jobbörse (jobs.vaillant-group.com)

- **18 offene Werkstudentenstellen in Deutschland**
- **Wir freuen uns immer über eine Initiativbewerbung via Vaillant Talent Community**