

Vortrag Wärmepumpen und Klimasplit-Heizungen im Bestand Fallbeispiele, und Fragen

6. Februar 2024 Alte Fabrik Mühlhofen

Vorstellung Referent: Manfred Lusch

1993 Staatlich geprüfter Bautechniker

2003-2015 Gebäudeenergieberater (HWK)

Seit 2003 Geschäftsführer: EKML Lüftungssysteme GmbH

Ehrenamtlich engagiert im AK Energie und Umwelt der Gemeinde Uhldingen-Mühlhofen



Eckdaten Gebäude:

Bj. 1964 | Dachneigung 30° Süd-West | Außenwanddämmung 10 cm

Dachdämmung 20 cm

EG (normal beheizt 21,5° C) 76 m²

OG (normal beheizt 21,5° C) 76 m²

DG (sparsam beheizt 18,5° C) 56 m²

Gas Brennwerttherme + 9 m² Solarthermie + 820 L Hygienespeicher

PV Südwest und Südost gesamt 9,5 kWp

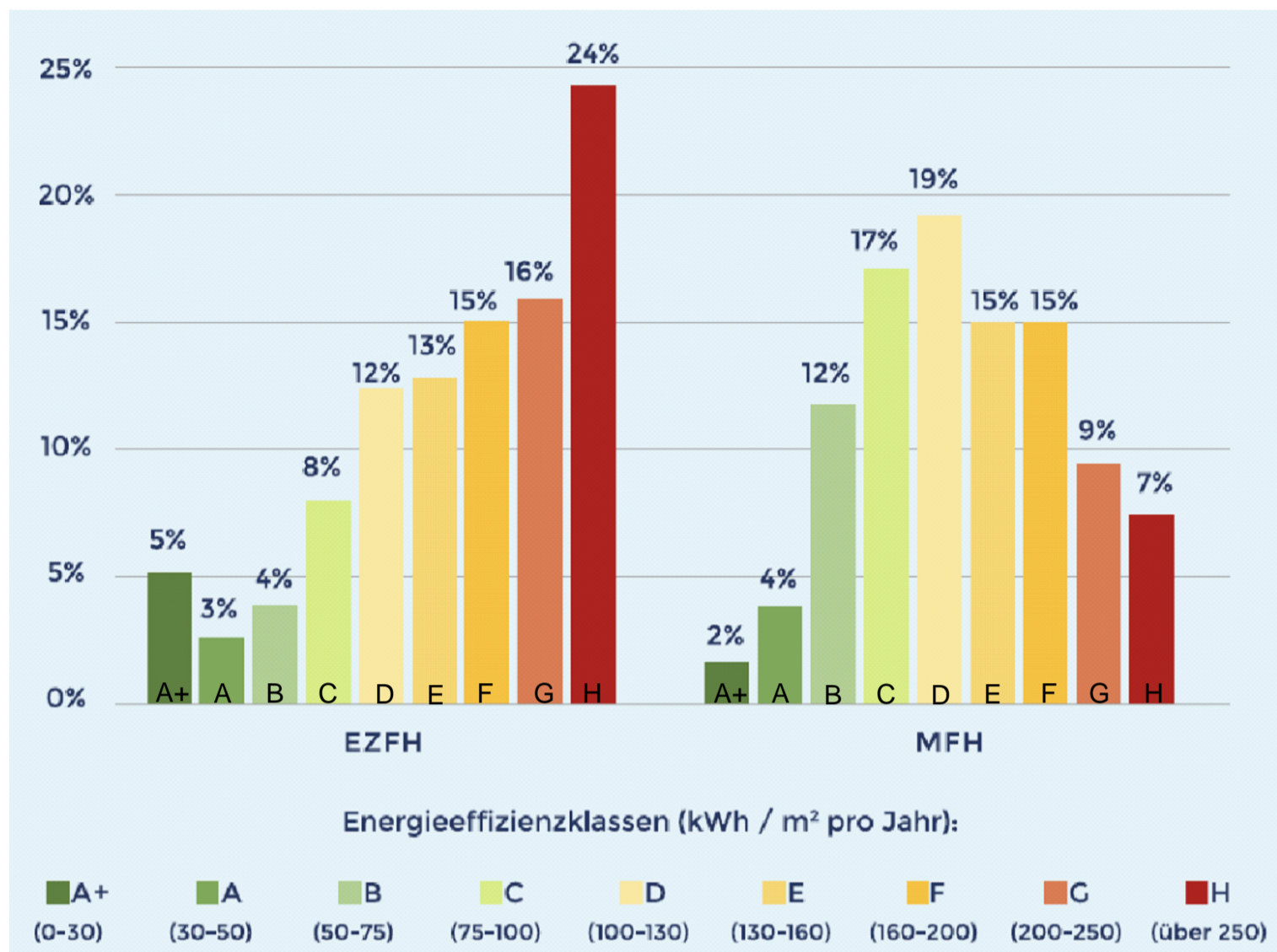
Wärmepumpe (nur heizen) mit 7 kW thermisch seit Oktober 2023

Gasbezug (2017-2022) i.M.13.606 kWh/a = 65 kWh/m² pro Jahr

Wärmepumpe Außengerät



Häufigkeitsverteilung Gebäude nach Effizienzklassen



Quelle: Scientists for Future (2023) nach Mellwig (2021)

Gebäude bis zur Energieeffizienzklasse C und D können normalerweise ohne aufwendige bauliche Änderungen mit einer Wärmepumpe ausgerüstet werden. Ungefähr 32 % der Einfamilienhäuser und 53 % der Mehrfamilienhäuser befinden sich in diesen Effizienzklassen. Bei ihnen dürfte die Umstellung der Heizung auf eine Wärmepumpe ohne oder mit nur geringem Sanierungsaufwand möglich sein. Der Bestand von Wohnhäusern der Effizienzklassen F, G und H macht ungefähr die Hälfte aller Wohngebäude aus.

In welcher Effizienzklasse liegt Ihr Gebäude?

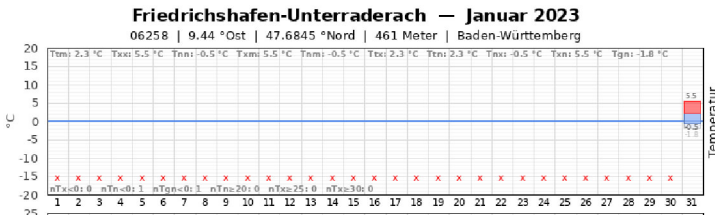
Gaszähler Liste Januar 2023



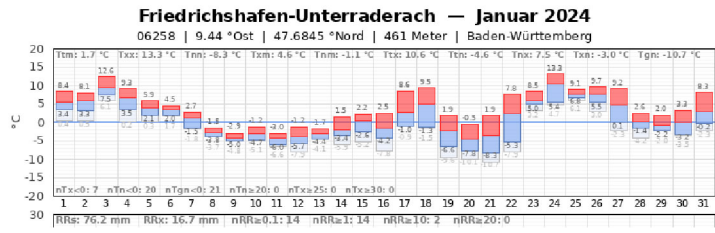
3 Personen

Gasverbrauch von 3 Person.
 Im Mittel: **6,8 m³/Tag**
 Spanne: von 5 bis 11 m³/Tag
 Normal: 2,5 m³/Tag

Datum	Stand m³	Verbr. m³/Tag	Kommentar
01/21	9,9		9,9 m³/d
1.1.23	10.059		Ablesebeginn
3.1.23	10.069	5,0	2 Tage bei 70%
4.1.23	10.074	5,0	1 Tage bei 70%
7.1.23	10.089	5,0	3 Tage bei 70%
8.1.23	10.094	5,0	1 Tage bei 70%
9.1.23	10.100	6,0	1 Tage bei 90%
10.1.23	10.105	5,0	1 Tage bei 70%
11.1.23	10.110	5,0	1 Tage bei 70%
12.1.23	10.115	5,0	1 Tage bei 70%
13.1.23	10.120	5,0	1 Tage bei 70%
14.1.23	10.125	5,0	1 Tage bei 70%
15.1.23	10.130	5,0	1 Tage bei 70%
16.1.23	10.137	7,0	1 Tage bei 100%
17.1.23	10.145	8,0	1 Tage bei 120%
19.1.23	10.160	7,5	2 Tage bei 110%
20.1.23	10.169	9,0	1 Tage bei 130%
21.1.23	10.177	8,0	1 Tage bei 120%
22.1.23	10.186	9,0	1 Tage bei 130%
23.1.23	10.197	11,0	1 Tage bei 160%
24.1.23	10.206	9,0	1 Tage bei 130%
27.1.23	10.229	7,7	3 Tage bei 110%
31.1.23	10.267	9,5	4 Tage bei 140%
1.2.23	10.274	7,0	1 Tage bei 100%



Temperatur Mittel Januar 2023 2,3 °C
 Sonnendauer Mittel Januar 2023 3,4 h/Tag



Temperatur Mittel Januar 2024 1,7 °C
 Sonnendauer Mittel Januar 2024 1,2 h/Tag

Januar 2023 2.150 kWh

Januar 2024 (Gas + WP) 2.726 kWh

Mehrverbrauch 576 kWh (69 €) 27 %

2,22 €/Tag

Der Mehrverbrauch ist erklärbar durch höhere Innenraumtemperaturen, niedrigere Außentemperaturen und weniger Sonnenstunden.

Außentemperaturen und weniger Sonnenstunden.

Datenlogger Gaszähler



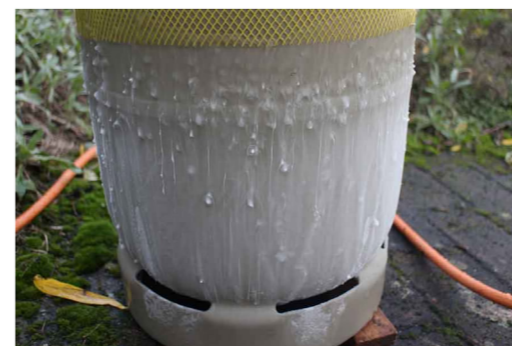
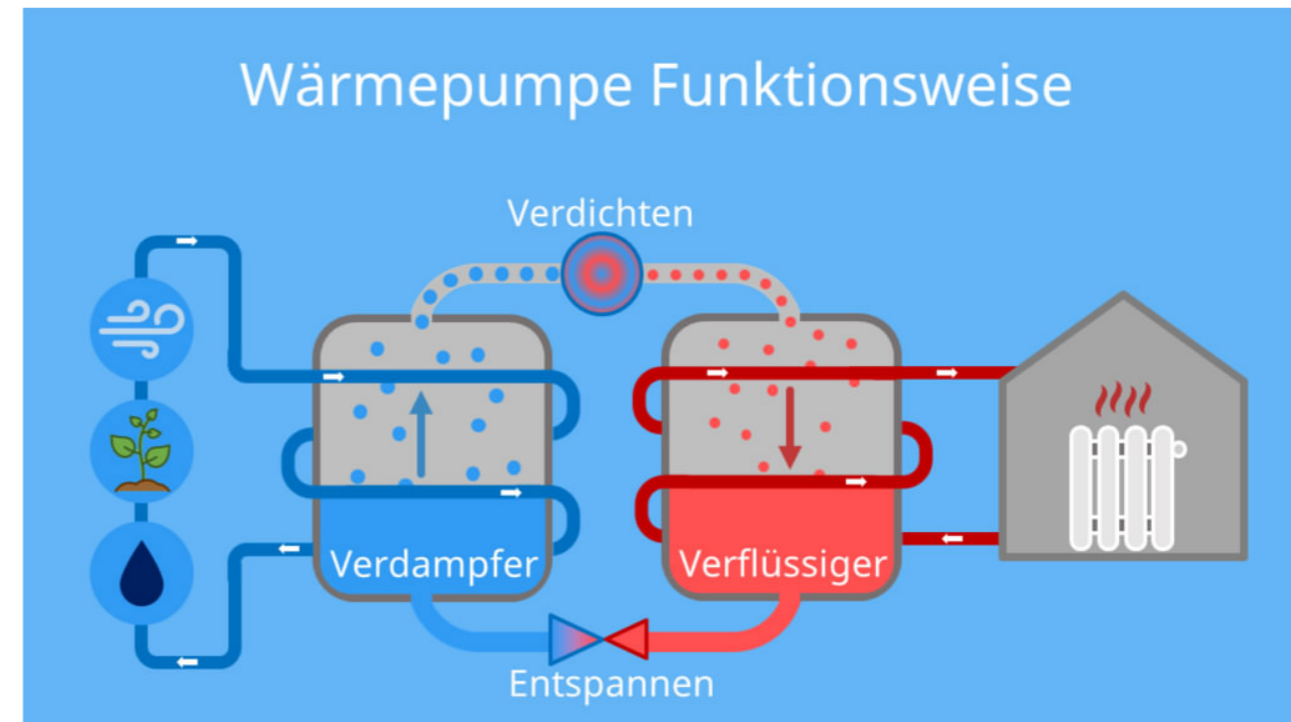
Der Magnetsensor an der Gasuhr erfasst die Umdrehungen des Zählrads und speichert jede Umdrehung als Ereignis. Pro registrierter Umdrehung sind $0,1 \text{ m}^3$ Gas verbraucht worden. Alle Daten können im Excel Format abgefragt und ausgewertet werden. Es ist keine LAN, oder WLAN Anbindung erforderlich. Der Gasverbrauch wird hier als Stundenwert dargestellt.

Funktion Wärmepumpe

Das Außengerät entzieht der Außenluft Wärmeenergie. Die entzogene Energie wird über ein Kältemittel an den Heizkreis weitergegeben.

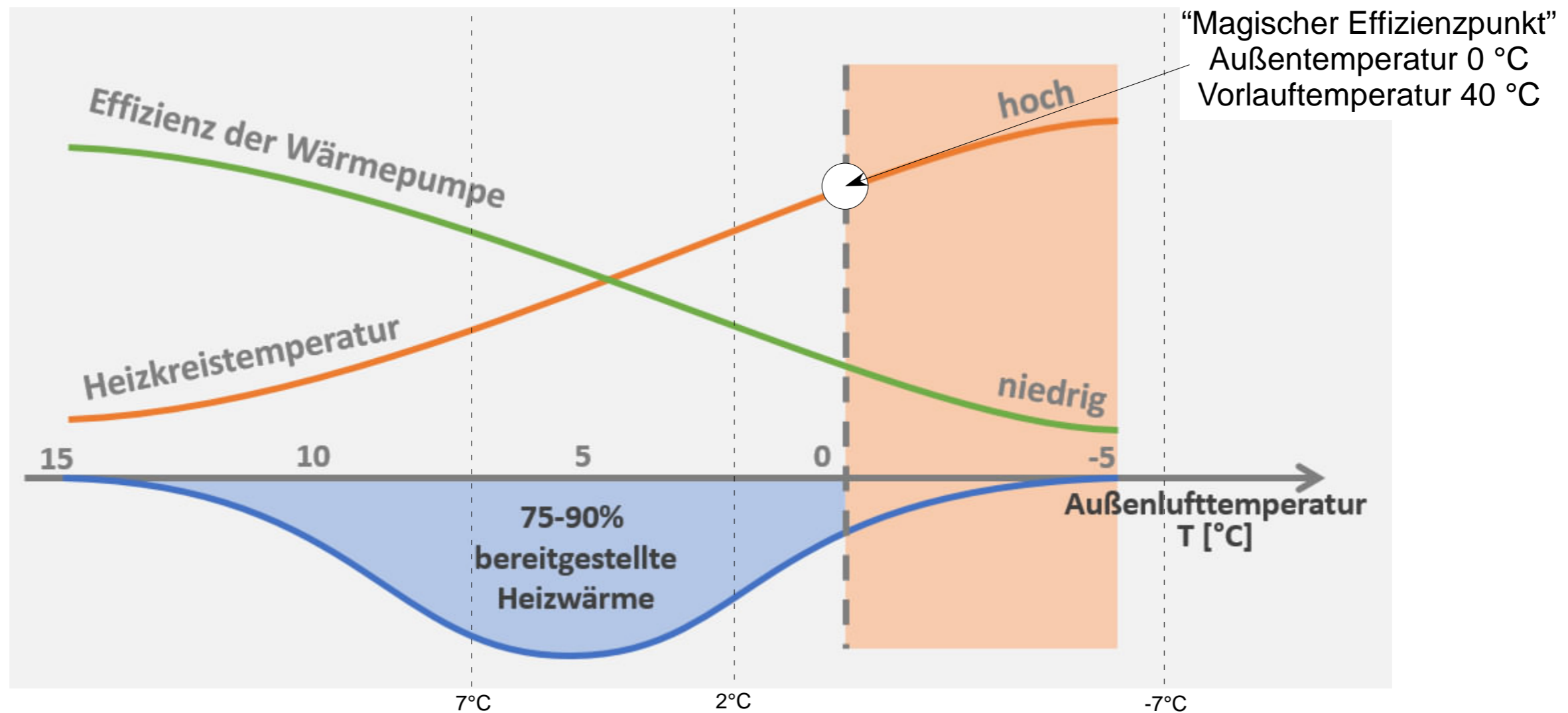


Die Hydraulikeinheit überträgt die vom Außengerät bereitgestellte Wärme an den Heizkreis.



1824 Nicolas Léonard Sadi Carnot
"Carnot-Kreisprozess"

Effizienzdiagramm 1 Wärmepumpe



Weishaupt WWP LS 8-B R-E HE

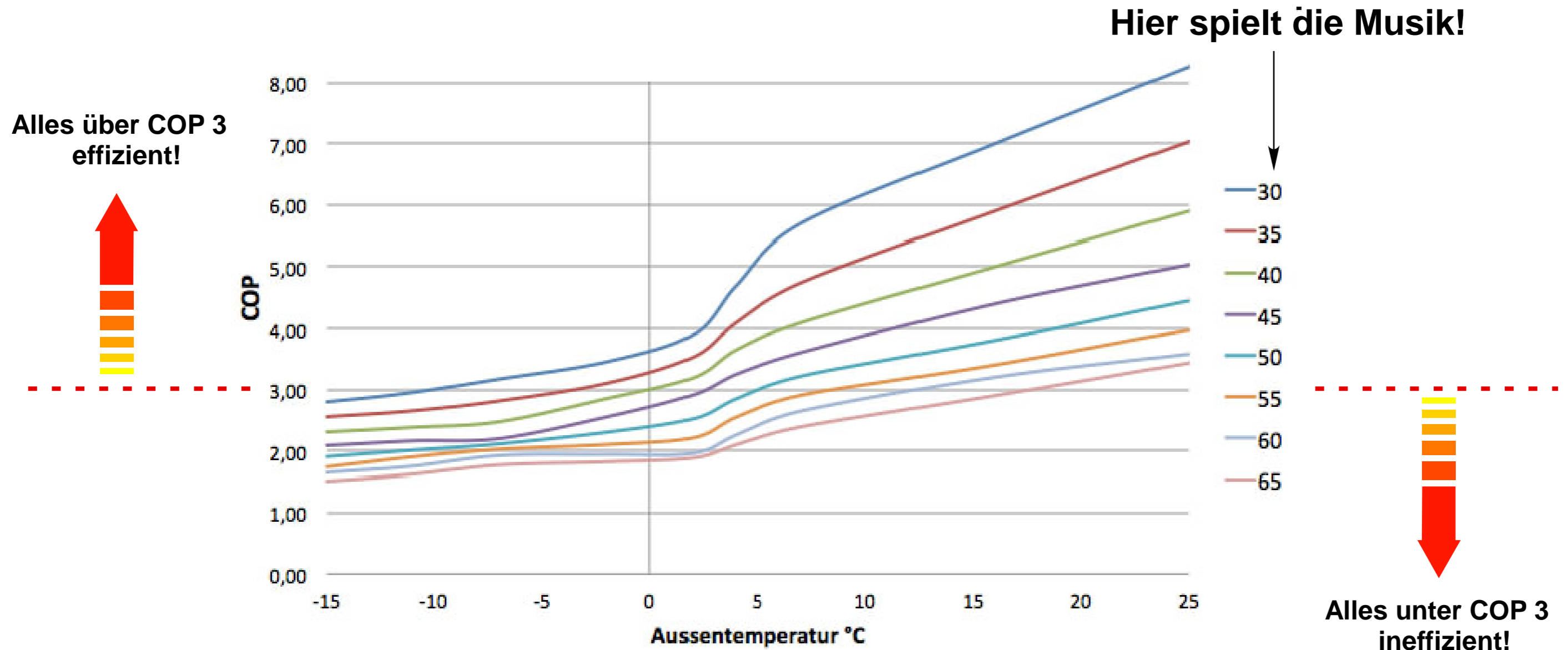
Wärmeleistung A2 / W35 = 5,46 kW | Leistungszahl (COP) 3,74

Wärmeleistung A7 / W35 = 7,94 kW | Leistungszahl (COP) 4,72

Wärmeleistung A-7 / W35 = 6,60 kW | Leistungszahl (COP) 2,86

Jedes Grad mehr an Temperaturhub kostet etwa 3% mehr elektrische Energie!

Effizienzdiagramm 2 Wärmepumpe



Weishaupt WWP LS 8-B R-E HE

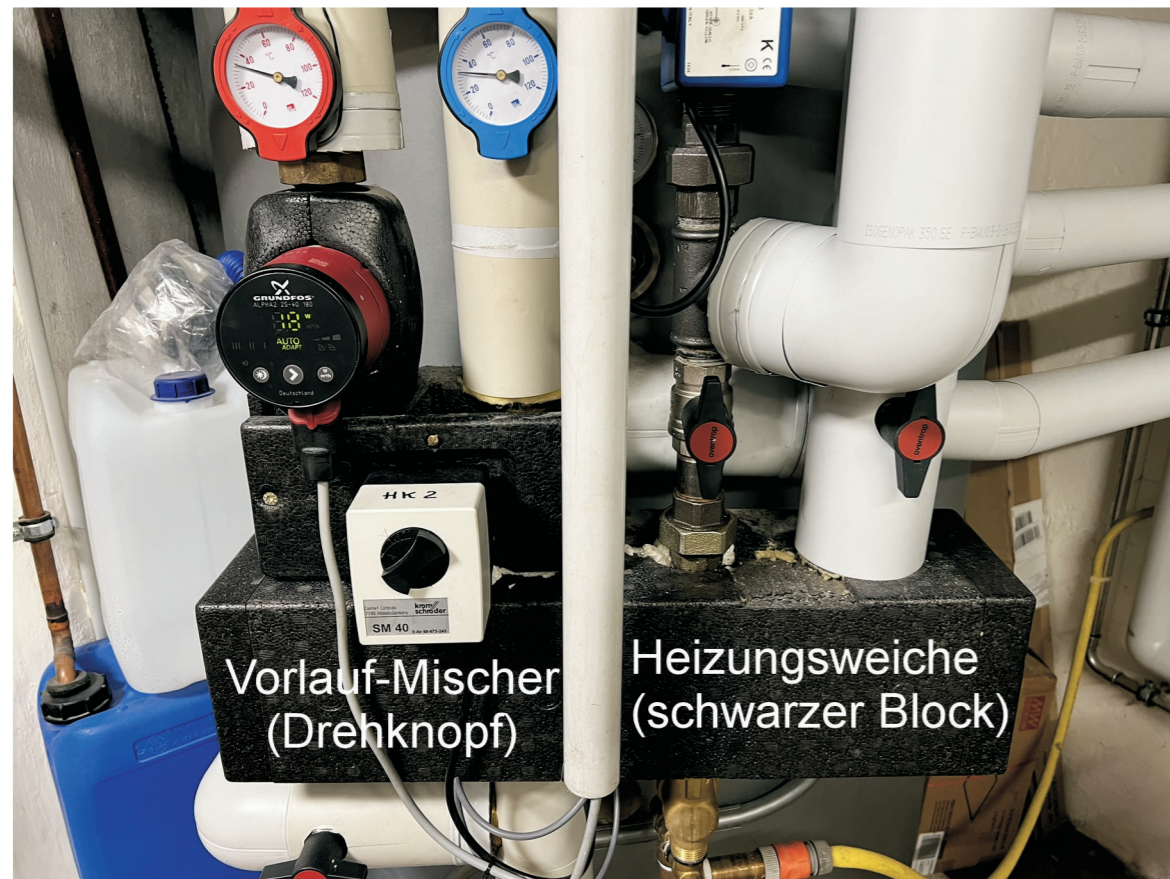
Wärmeleistung A2 / W35 = 5,46 kW | Leistungszahl (COP) 3,74

Wärmeleistung A7 / W35 = 7,94 kW | Leistungszahl (COP) 4,72

Wärmeleistung A-7 / W35 = 6,60 kW | Leistungszahl (COP) 2,86

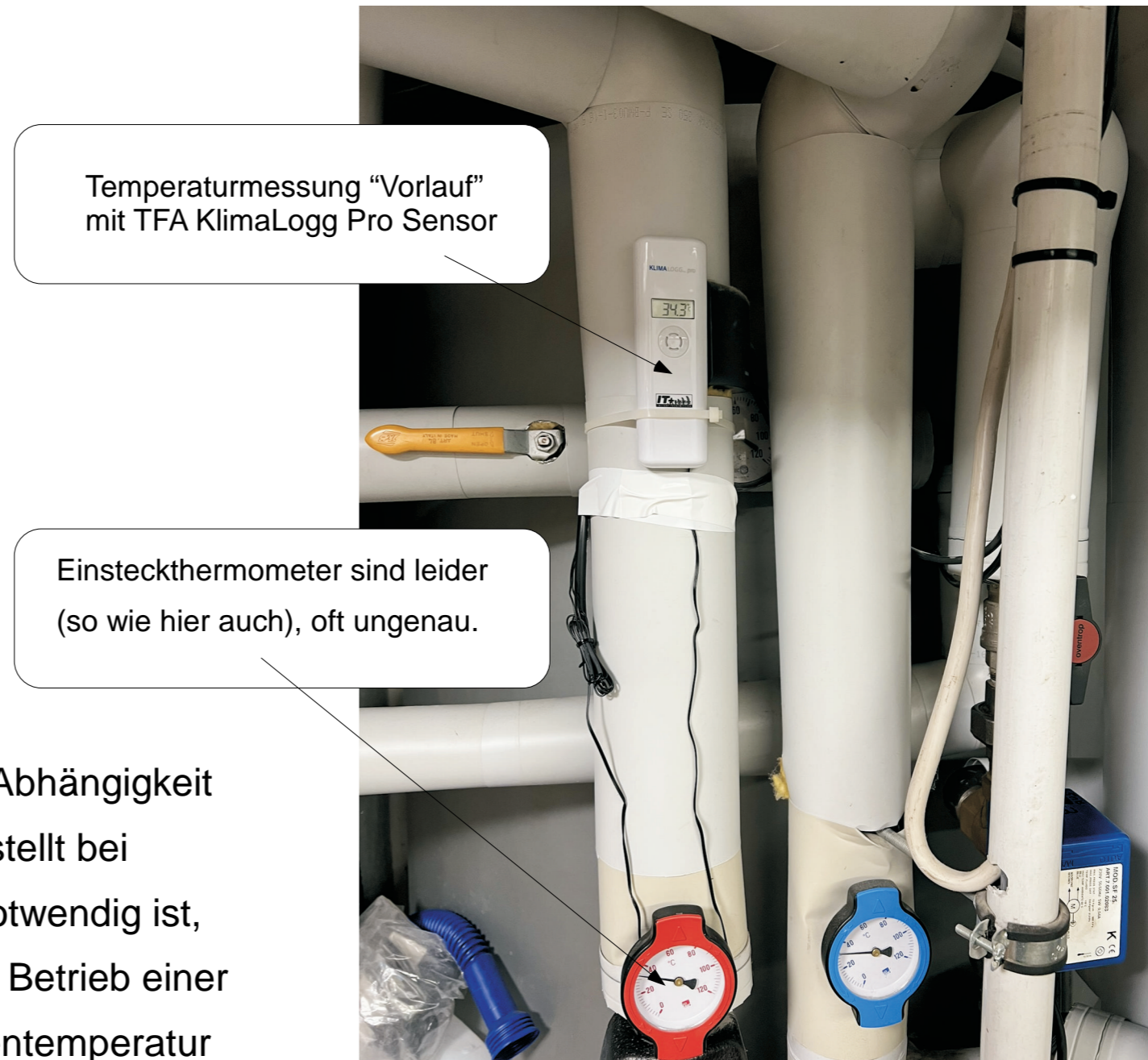
Jedes Grad mehr an Temperaturhub kostet etwa 3% mehr elektrische Energie!

Dohle 22 Heizungsweiche Mischer Vorlauftemperatur



Der Vorlaufmischer regelt die Temperatur im Heizkreis in Abhängigkeit von der Außentemperatur. Über die Heizkurve wird eingestellt bei welcher Außentemperatur, welche Heizungstemperatur notwendig ist, um die Räume warm zu bekommen. Für einen effizienten Betrieb einer Wärmepumpe sollte die Vorlauftemperatur bei einer Außentemperatur von zum Beispiel $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ möglichst nicht über $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ liegen.

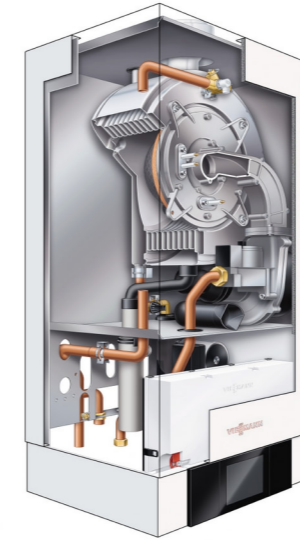
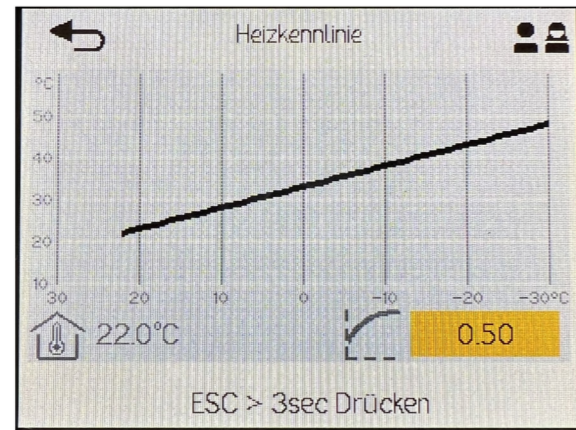
Aufgestellt am 02.12.2023 M. Lusch



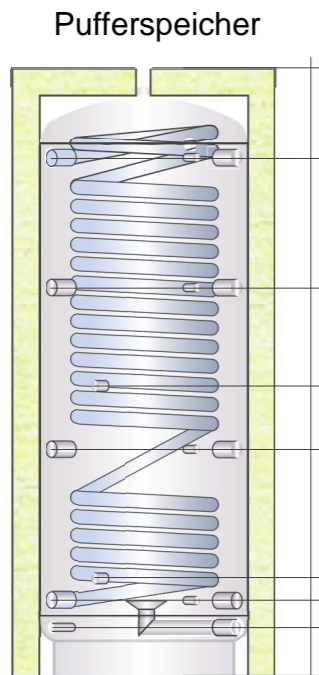
Funktionsprinzip Dohle 22 Hybridheizung Wärmepumpe / Gas



Weishaupt WWP LS 8-B R-E liefert Wärme bei Außentemperaturen über 0,5 °C in den 820 Liter Pufferspeicher



Viessmann Vitodens 300 liefert Wärme bei Temperaturen unter -0,5 °C in den 820 Liter Pufferspeicher + 1 x täglich um 18:00 Uhr Brauchwassererwärmung.



Warmwasser Puffer
Gas max. 60 °C

Heizkreis Puffer
Gas max. 42 °C



Mischer holt sich Wärme aus dem Pufferspeicher und sorgt für die "richtige" Vorlauftemperatur an den Heizkörpern. Zuständig ist die Heizungssteuerung der bestehenden Gasheizung.

Vorlauftemperatur bei 0°C Brennwerttherme 36 °C

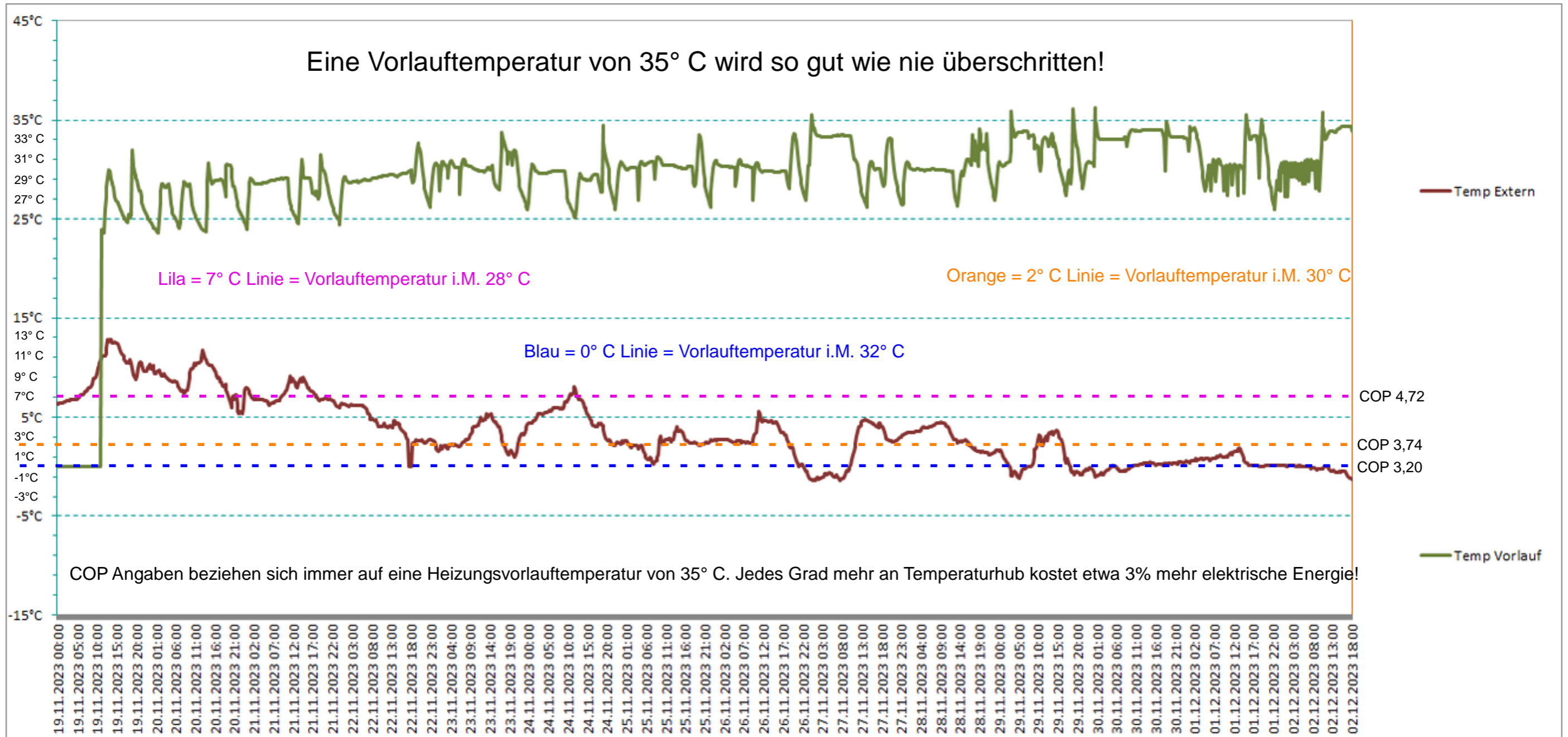
Vorlauftemperatur bei 0°C Wärmepumpe 32,4 °C

Die Heizungssteuerung der Gasheizung bleibt unverändert. Der Wärmeeintrag in den Puffer erfolgt entweder mit Wärme von der Wärmepumpe. Oder mit Wärme aus der Gasheizung. Bei Sonne zusätzlich mit Wärme aus der Solarthermie. Letztendlich wird nur der Pufferspeicher mit Wärme "gefüttert". Wichtig: Der Mischer vom Heizkreis darf beim Wärmepumpenbetrieb niemals "abregeln". Daher macht es Sinn, die Heizkennlinie der Wärmepumpe etwas flacher als die Heizkennlinie der Brennwerttherme einzustellen.



Vorlauftemperatur/Außentemperatur Heizung "In der Dohle 22" November 2023

Datenlogger: TFA KlimaLogg Pro



November 2023 Monatsbilanz Gas-Wärmepumpe Hybridheizung

Strom WP (kWh)	CO2 Strom WP (kg)	CO2 Gas (kg)	CO2 gesamt Hybrid (kg)	Gas (kWh)	Wärme aus Pumpe (kWh)	Gas+Wärmepumpe (kWh)	Gas Historie (kWh)	Absolut Vorjahre	CO2 100% fossil (kg)	CO2 Einsparung (kg)
254	107	358	465	625	1050	1675	1800	93%	958	493

CO2 Faktor Gas November 2023 572 Gramm CO₂ pro Kilowattstunde**

CO2 Faktor Strommix Deutschland November 2023 422 Gramm CO₂ pro Kilowattstunde**

COP (Leistungszahl) Wärmepumpe im Dezember 4,13

Mit dem "Hebel" COP von 4,13 werden aus 422 Gramm CO₂/kWh Strom, 102 Gramm!

Strom 2023 aus PV Anlagen = 35 g/kWh**

Strom 2023 aus Windkraftanlagen = 13 g/kWh**

Strom 2023 aus Kernkraftanlagen 5 g/kWh**

Strom 2023 aus Kohle 1.167 g/kWh**

Datenquelle: ** <https://app.electricitymaps.com/zone/DE>

CO2 Einsparung im November 51 %

November 2023 Monatsbilanz Gas-Wärmepumpe Hybridheizung

Strom WP (kWh)	EWS Schönau 0,36 €/kWh	Kosten Strom €	Gas (kWh)	Goldgas 0,128 €/kWh	Kosten Gas €	Euro Gas/Strom	Energiekosten pro Tag €	Strom Haushalt Büro (kWh)	Strom Büro Haushalt pro Tag €
254		91,44	625		80	171	5,71	367,00	4,26

Sonstige Datenquellen:

* https://www.mtwetter.de/meteogramm36h.php?stations_id=06258&datum=2023-11-21

* https://www.mtwetter.de/meteogramm.php?stations_id=06258&datum=2023-11

Warmwasser und Heizwärme November 2018 = 2.240 kWh

Warmwasser und Heizwärme November 2019 = 2.070 kWh

Mittelwert für November 2018 | 2019 = 2.160 kWh

Warmwasser und Heizwärme November 2023 = 1.675 kWh

Minus 22% unter dem Mittelwert aus Dezember 2018 | 2019

Gaseinsparung im November ca. 63%

Fiktiver Preisunterschied zwischen nur Gas und nur Wärmepumpe

Strom WP | $1.675 \text{ kWh} \cdot 0,36 \text{ €/kWh} / 4,13 = 146,00 \text{ €}$

Gas | $1.675 \text{ kWh} \cdot 0,128 \text{ €/kWh} = 214,40 \text{ €}$

Monetäre Einsparung November 2023 = 68,40 €

Dezember 2023 Monatsbilanz Gas-Wärmepumpe Hybridheizung

Strom WP (kWh)	CO2 Strom WP (kg)	CO2 Gas (kg)	CO2 gesamt Hybrid (kg)	Gas (kWh)	Wärme aus Pumpe (kWh)	Gas+Wärmepumpe (kWh)	Gas Historie (kWh)	Absolut Vorjahre	CO2 100% fossil (kg)	CO2 Einsparung (kg)
300	125	617	741	1078	1218	2296	2736	84%	1313	572

CO2 Faktor Gas Dezember 2023 572 Gramm CO₂ pro Kilowattstunde**

CO2 Faktor Strommix Deutschland Dezember 2023 416 Gramm CO₂ pro Kilowattstunde**

COP (Leistungszahl) Wärmepumpe im Dezember 4,15

Mit dem "Hebel" COP von 4,15 werden aus 416 Gramm CO₂/kWh Strom, 100 Gramm!

Strom 2023 aus PV Anlagen = 35 g/kWh**

Strom 2023 aus Windkraftanlagen = 13 g/kWh**

Strom 2023 aus Kernkraftanlagen 5 g/kWh**

Strom 2023 aus Kohle 1.167 g/kWh**

Datenquelle: ** <https://app.electricitymaps.com/zone/DE>

CO2 Einsparung im Dezember 43,6 %

Dezember 2023 Monatsbilanz Gas-Wärmepumpe Hybridheizung

Strom WP (kWh)	EWS Schönau 0,36 €/kWh	Kosten Strom €	Gas (kWh)	Goldgas 0,128 €/kWh	Kosten Gas €	Euro Gas/Strom	Energiekosten pro Tag €	Strom Haushalt Büro (kWh)	Strom Büro Haushalt pro Tag €
300		108	1078		138	246	7,93	420,00	4,88

Sonstige Datenquellen:

* https://www.mtwetter.de/meteogramm36h.php?stations_id=06258&datum=2023-11-21

* https://www.mtwetter.de/meteogramm.php?stations_id=06258&datum=2023-11

Warmwasser und Heizwärme Dezember 2017 = 2.880 kWh

Warmwasser und Heizwärme Dezember 2019 = 2.528 kWh

Warmwasser und Heizwärme Dezember 2020 = 2.800 kWh

Mittelwert für Dezember 2017 | 2019 | 2020 = 2.736 kWh

Warmwasser und Heizwärme Dezember 2023 = 2296 kWh

Minus 16% unter dem Mittelwert aus Dezember 2017 | 2019 | 2020

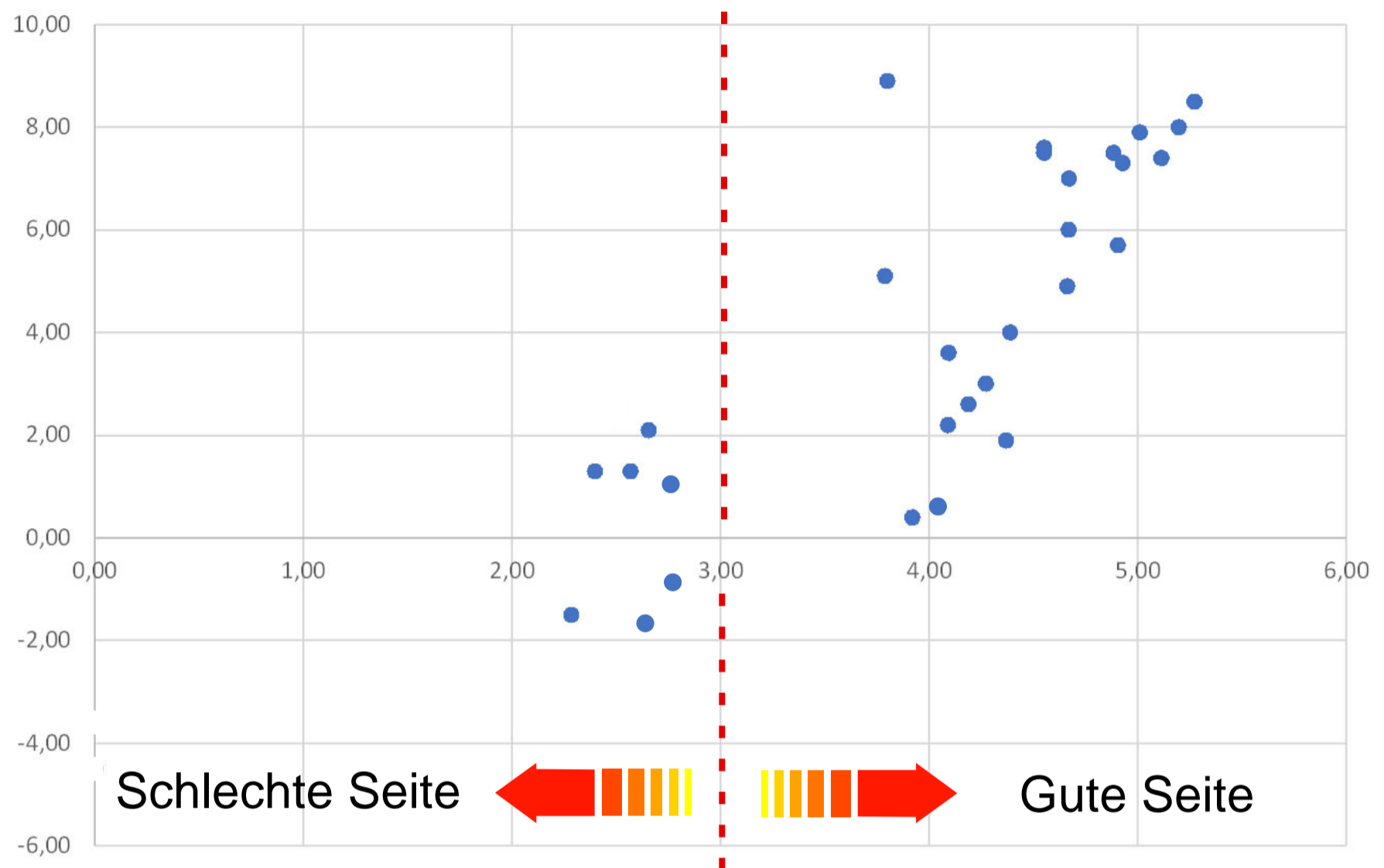
Gaseinsparung im Dezember ca. 60%

Fiktiver Preisunterschied zwischen nur Gas und nur Wärmepumpe

Strom WP | $2.296 \text{ kWh} \cdot 0,36 \text{ €/kWh} / 4,15 = 199,17 \text{ €}$

Gas | $2.296 \text{ kWh} \cdot 0,128 \text{ €/kWh} = 293,88 \text{ €}$

COP Verteilung im Monat Dezember 2023



Im vorliegenden Fall lief die Wärmepumpe ein Viertel des Monats unterhalb eines COP von 3

Über drei Viertel des Monats hatte die Wärmepumpe eine sehr gute Effizienz. Mit hybrider Heiztechnik kann man die für Wärmepumpen schwierigeren Aufgabenstellungen Warmwasser und "sehr kalte Tage Tage" über einen zweiten Wärmeerzeuger ausführen.

Deshalb COP hier für den Monat Dezember 4,15

Nach einem Software Update am 12. Dezember wurden die Werte noch besser!

Januar 2024 Monatsbilanz Gas-Wärmepumpe Hybridheizung

Strom WP (kWh)	CO2 Strom WP (kg)	CO2 Gas (kg)	CO2 gesamt Hybrid (kg)	Gas (kWh)	Wärme aus Pumpe (kWh)	Gas+Wärmepumpe (kWh)	Gas Historie (kWh)	Absolut Vorjahre	CO2 100% fossil (kg)	CO2 Einsparung (kg)
256	103	950	1053	1660	1065	2725	2640	103%	1559	506

CO2 Faktor Gas Januar 2024 572 Gramm CO₂ pro Kilowattstunde**

CO2 Faktor Strommix Deutschland Januar 2024 403 Gramm CO₂ pro Kilowattstunde**

COP (Leistungszahl) Wärmepumpe im Januar 4,16

Mit dem "Hebel" COP von 4,16 werden aus 403 Gramm CO₂/kWh Strom, 97 Gramm!

Strom 2023 aus PV Anlagen = 35 g/kWh**

Strom 2023 aus Windkraftanlagen = 13 g/kWh**

Strom 2023 aus Kernkraftanlagen 5 g/kWh**

Strom 2023 aus Kohle 1.167 g/kWh**

Datenquelle: ** <https://app.electricitymaps.com/zone/DE>

CO2 Einsparung im Januar 47 %

Januar 2024 Monatsbilanz Gas-Wärmepumpe Hybridheizung

Strom WP (kWh)	EWS Schönau 0,36 €/kWh	Kosten Strom €	Gas (kWh)	Goldgas 0,128 €/kWh	Kosten Gas €	Euro Gas/Strom	Energiekosten pro Tag €	Strom Haushalt Büro (kWh)	Strom Büro Haushalt pro Tag €
256		92,16	1660		212	305	9,83	393,00	4,56

Sonstige Datenquellen:

* https://www.mtwetter.de/meteogramm36h.php?stations_id=06258&datum=2023-11-21

* https://www.mtwetter.de/meteogramm.php?stations_id=06258&datum=2023-11

Warmwasser und Heizwärme Januar 2018 = 2.480 kWh

Warmwasser und Heizwärme Januar 2019 = 2.560 kWh

Warmwasser und Heizwärme Januar 2020 = 2.790 kWh

Mittelwert für Januar 2018 | 2019 | 2020 = 2.610 kWh

Warmwasser und Heizwärme Januar 2024 = 2.725 kWh

Plus 4,4 % über dem Mittelwert aus Januar 2018 | 2019 | 2020

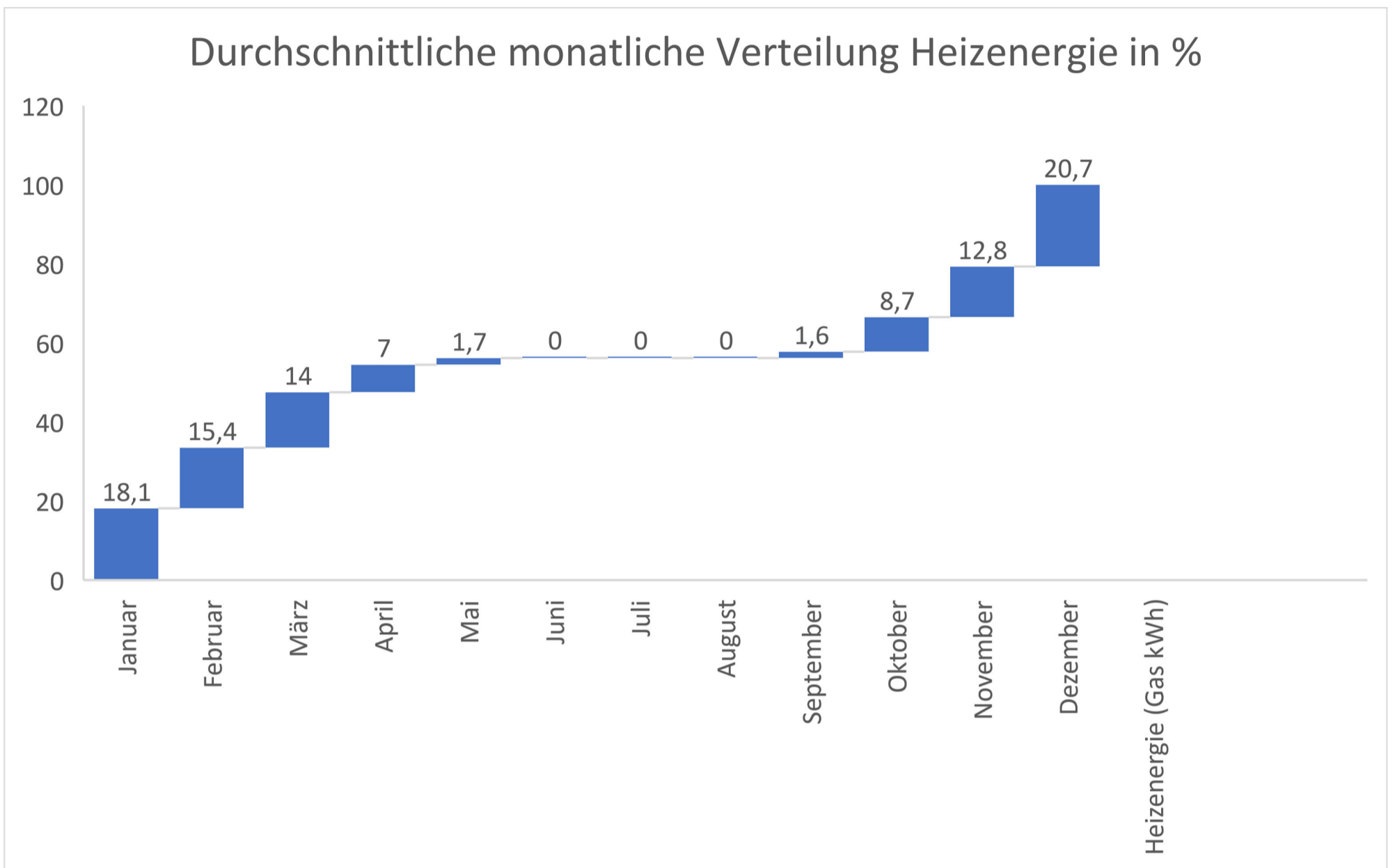
Gaseinsparung im Januar ca. 40%

Fiktiver Preisunterschied zwischen nur Gas und nur Wärmepumpe

Strom WP | $2.725 \text{ kWh} \cdot 0,36 \text{ €/kWh} / 4,16 = 235,82 \text{ €}$

Gas | $2.725 \text{ kWh} \cdot 0,128 \text{ €/kWh} = 348,80 \text{ €}$

Monatliche Verteilung der Heizenergie im sanierten Altbau mit Solarthermie



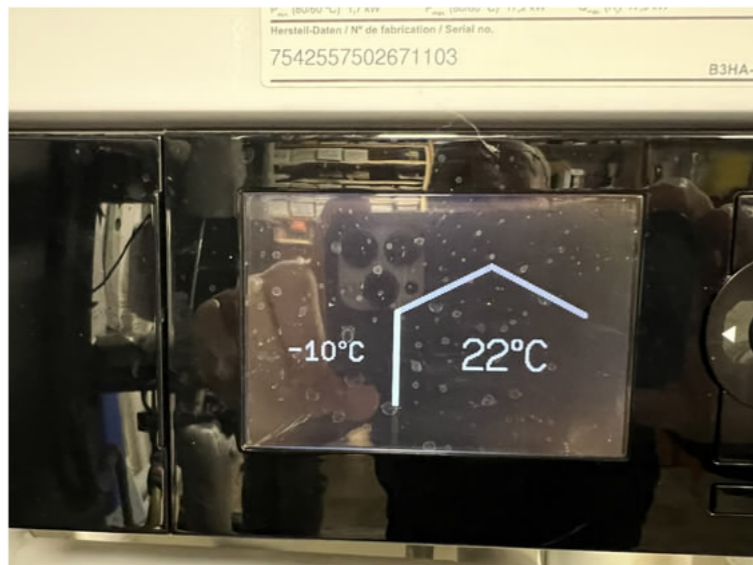
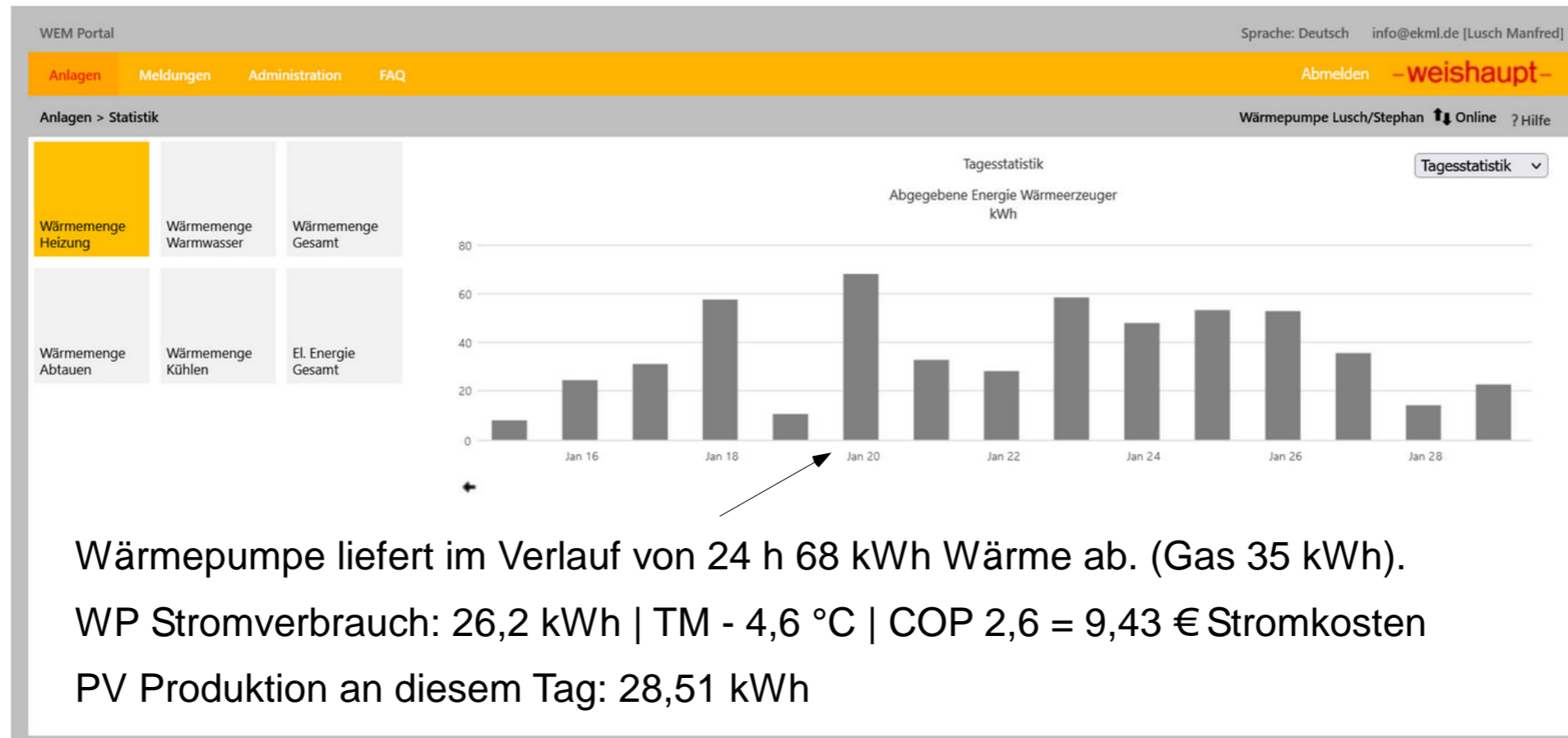
November | Dezember | Januar | 52 % Rest vom Jahr 48 %

Verbrauch November | Dezember | Januar (23/24) = 6.700 kWh

Der Verbrauch für die Monate November | Dezember | Januar lässt die Prognose zu, dass die Heizperiode 23/24 mit einem Gesamtenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser von $6.700 \times 2 = \text{ca. } 13.400 \text{ kWh}$ abschließen wird.

Langjähriges Mittel 2017-2022 war 13.606 kWh

20. Januar 2024 bisher kältester Tag des Jahres



Bei -10 °C

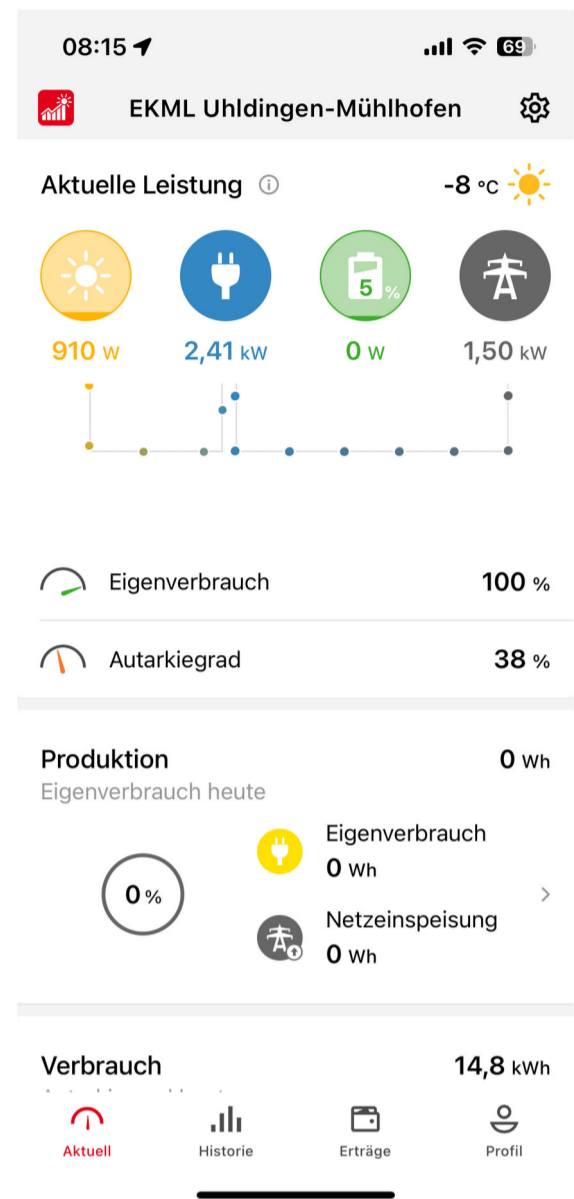


Vorlauftemperatur
Heizung 32,8 °C

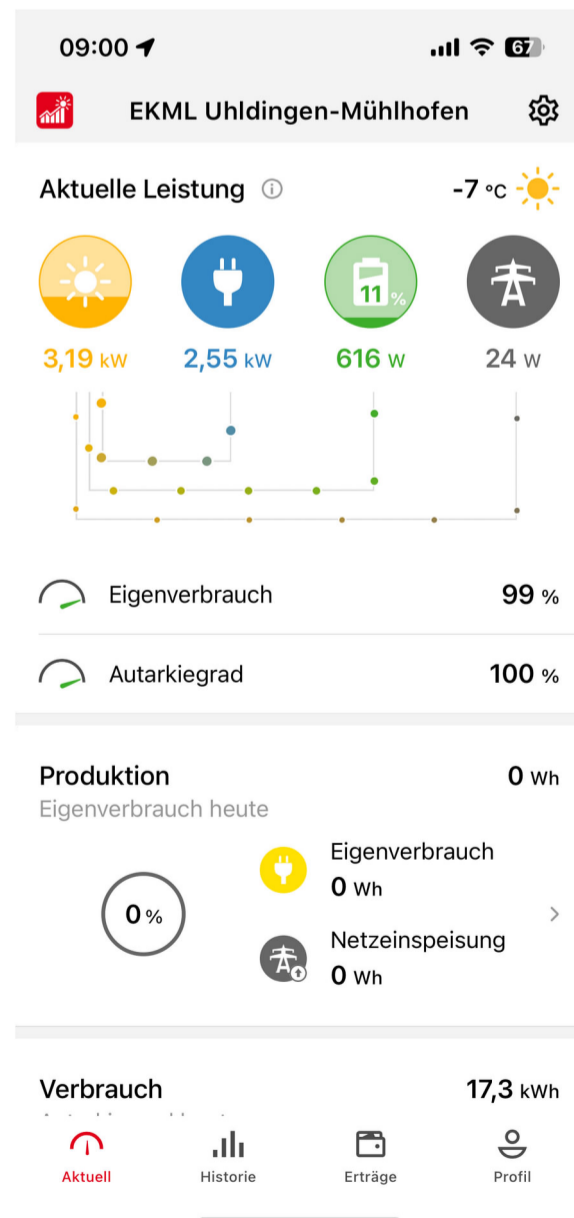


Kältester Tag Januar Bilder

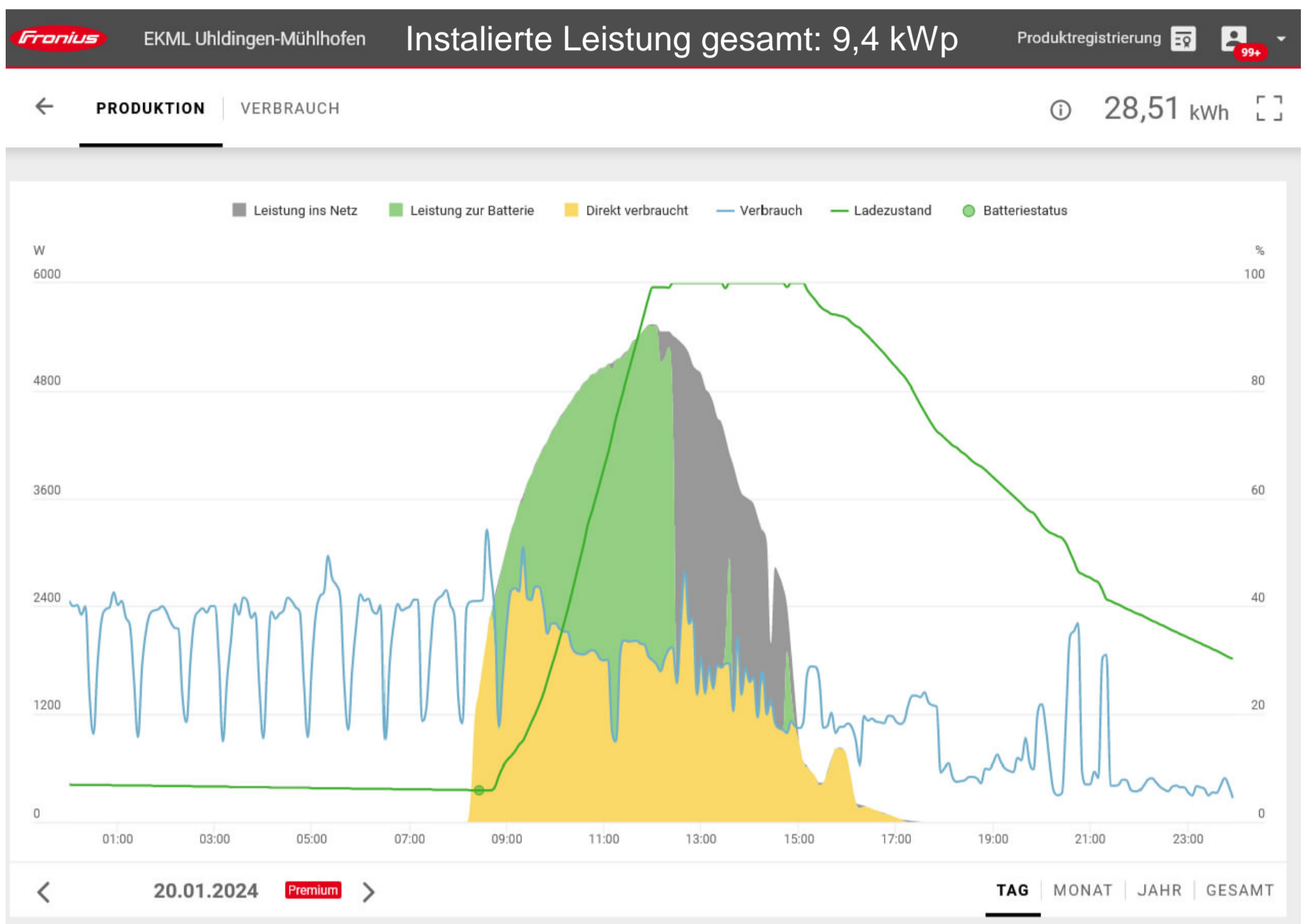
20.01.2024 08:11



20.01.2024 08:59



Januar und kältester Tag Strombilanz



20.01.2024 | Produktion 28,51 kWh

20.01.2024 | Verbrauch 37,23 kWh

20.01.2024 | Autarkiegrad 52%

Januar | Produktion 263 kWh | Eigenverbrauch 94%

Januar | Verbrauch 649 kWh | Autarkiegrad 36%

Eigenerzeugung Strom ca. 90 €

Kosten für Strombezug ca. 234 €

Tatsächliche Stromkosten im Januar: 144 € = 4,65 €/Tag

Einfachste Art der Warmwasser-Wärmepumpe

Sehr einfacher Anschluss:

Wärmequelle ist die Kellerluft

Wärme strömt nach durch

Kellerwände und Kellerboden

Kaltwasserzuleitung, Warmwasser-

Leitung und Kondensatablauf

Wärmequelle ist die Kellerluft

Wärme strömt nach durch

Kellerwände und Kellerboden

Gute Möglichkeit insbesondere im

ungedämmten Keller

Vorteil: Keller wird entfeuchtet

Verfügbar seit 20 Jahren

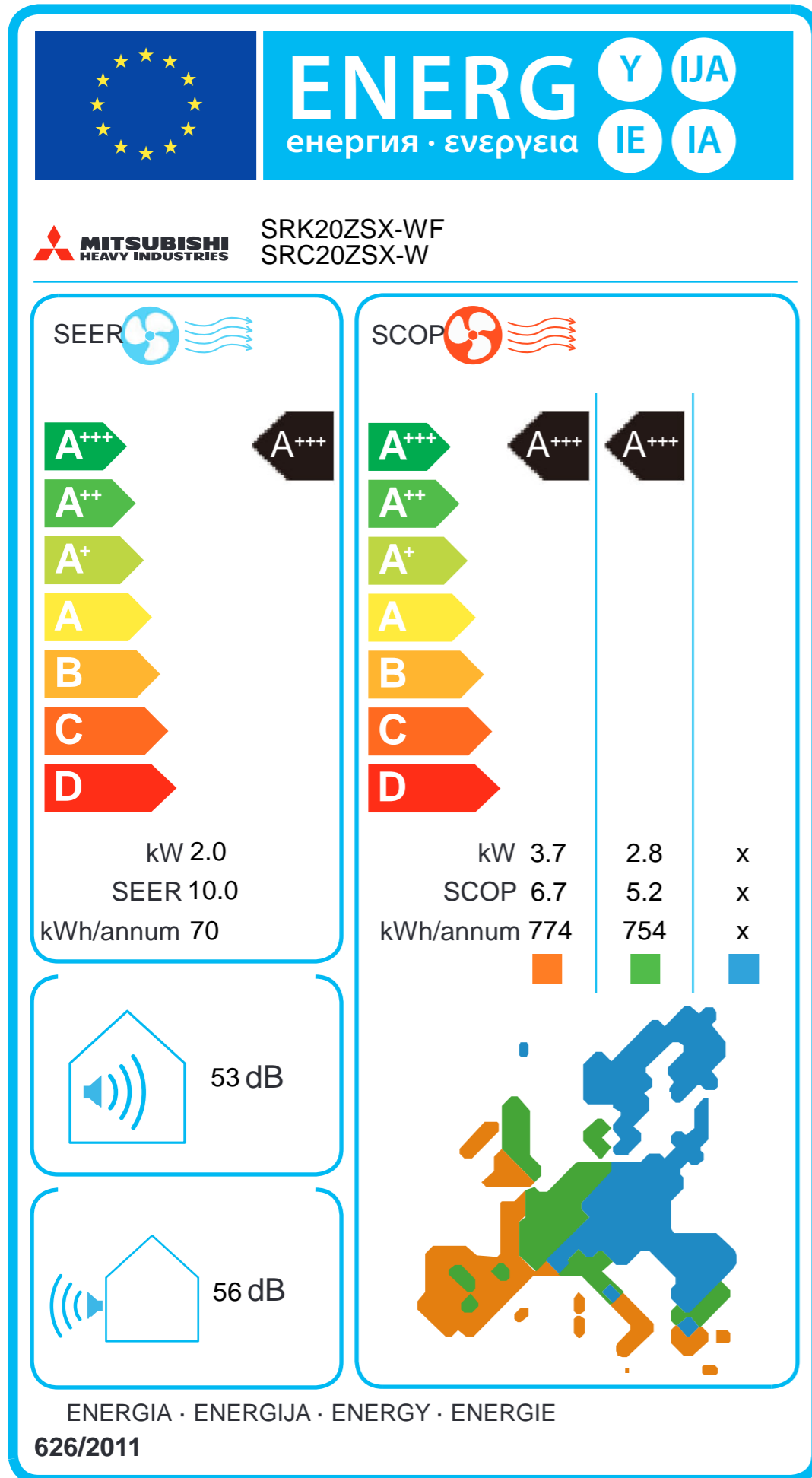


Niedrige elektrische
Anschlussleistung

Ca. 2.500 €

(brutto, nur Gerät)

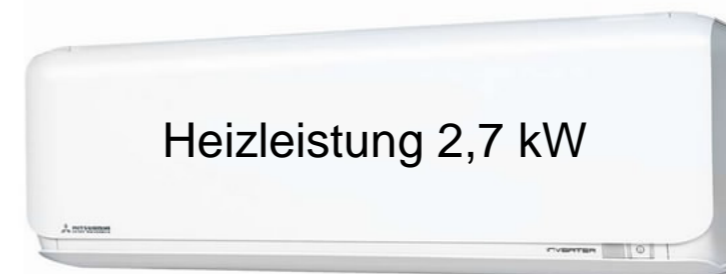
Energielabel kurz erklärt



2.680 € frei Haus

Inbetriebnahme 560 €

- Anfahrtskosten
- Anschließen der bauseits verlegten Kältemittelleitungen
- Max. Arbeitshöhe 2,50 m bzw. Sie stellen eine Bühne oder Gerüst
- Evakuierung der Anlage
- Kältemittel nachfüllen, lt. Tagespreis
- Dichtheitsprobe nach EU Nr.517/2014
- Inbetriebnahme und Einweisung
- Erstellung Inbetriebnahme Protokoll nach gesetzlichen Vorgaben



Klimasplitt Lidl Oberuhldingen



10 Jahre bei Wind und Wetter im Einsatz

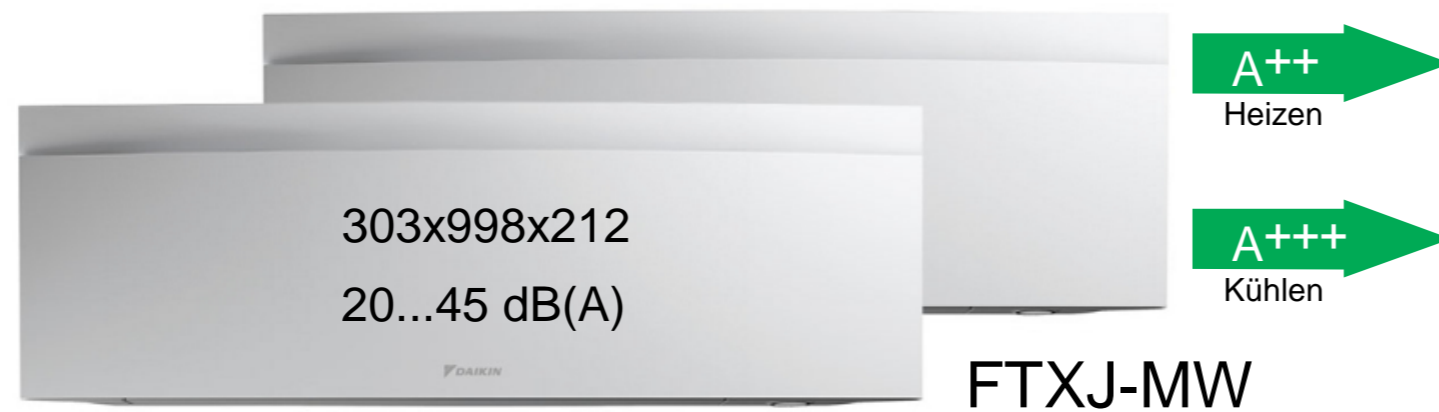


Heizen mit Klima-Splitt

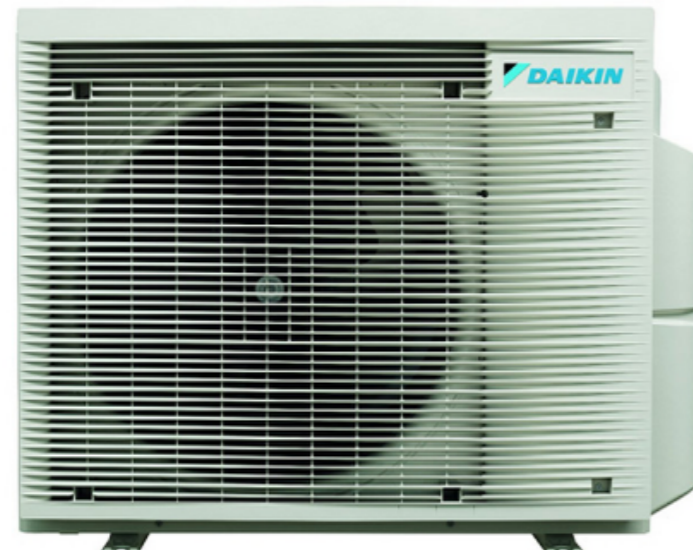
Beispiel Klimaanlage Daikin Emura 3

Leistung Heizen = 3 kW | SCOP bezogen auf ein (Heiz)-Jahr 4,6

Jährlicher Strombedarf ca. 900 kWh



RXJ20-35M



Leitungslänge vom Außengerät zum Innengerät max. 20 m

GWP für 1 kg R-32 = 675 kg CO₂ Äquivalent

Füllmenge ca. 0,72 kg

Stromverbrauch i.M. 450 W

Stromverbrauch beim Start 1.000 W

Fazit. Welches Argument spricht für den Umstieg?

