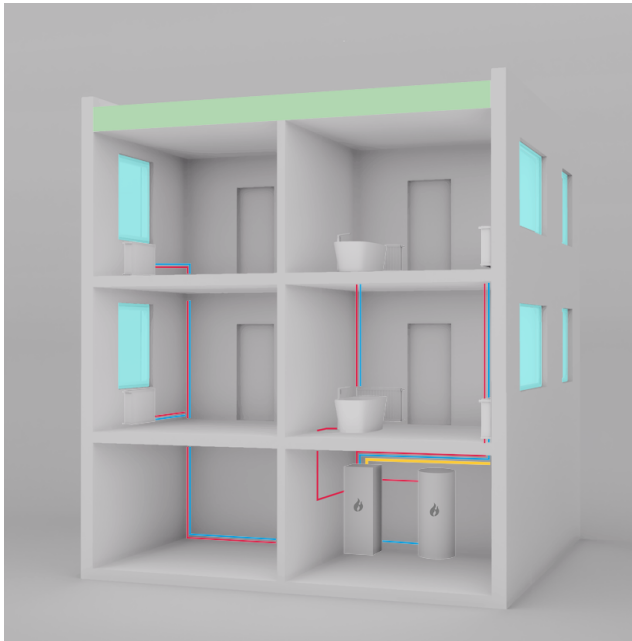


## Heizungsreport

**Report Nummer: 14423932**

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| <b>Gebäudetyp</b> | <b>MFH</b>    |
| <b>Stockwerke</b> | <b>4</b>      |
| <b>Räume</b>      | <b>20</b>     |
| <b>Fläche</b>     | <b>400 m²</b> |
| <b>Baujahr</b>    | <b>1950</b>   |
| <b>Bewohner</b>   | <b>6</b>      |
| <b>Heizung</b>    | <b>Gas</b>    |
| <b>Warmwasser</b> | <b>Gas</b>    |
| <b>Standort</b>   | <b>67061</b>  |

## Eignung für den Wärmepumpenbetrieb

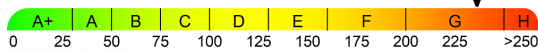
Anhand Ihrer Angaben zum Gebäude und unseren Berechnungen schätzen wir das Gebäude als gut geeignet für den Einbau einer Wärmepumpe / Deckenheizung ein.

Wir gehen von einem spezifischen jährlichen Energiebedarf von 228 Kwh/m² aus. Eine effiziente Beheizung ist durch die Verwendung der Flächenmodule möglich.

Es stehen ausreichend Flächen zur Verfügung, um im Sommer wirksam kühlen zu können.

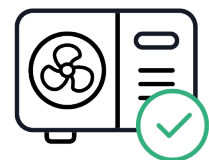
Jahres-Energiebe-  
darf in Kwh/m²:

**228** ↓



Typ. Bedarf gem.  
Baujahr in Kwh/m²:

**228** ↑



Bitte beachten Sie, dass die Berechnung anhand der abgefragten Gebäudedaten nur einen groben Wert des benötigten Energiebedarfs wiedergibt und eine detaillierte Erfassung nicht ersetzen kann.

## Standort und Klima

### Klimatische Bedingungen am Standort

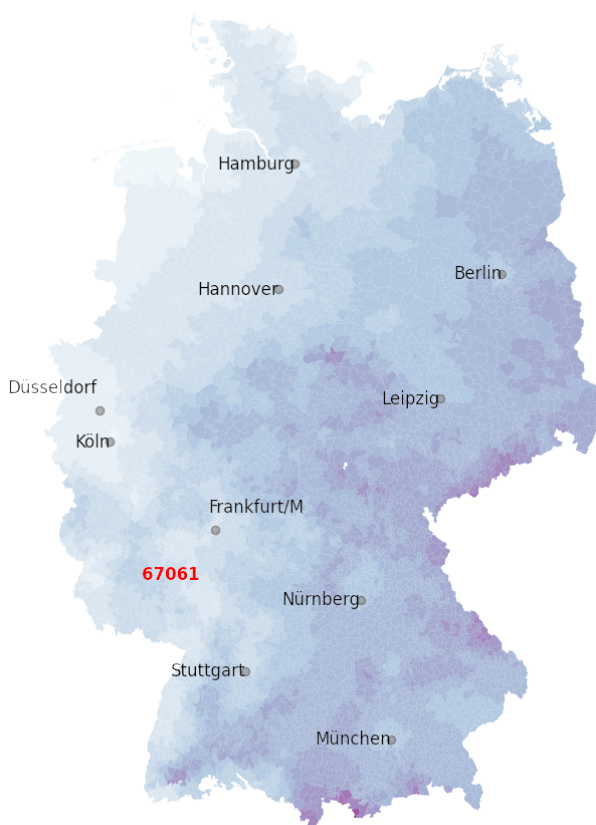
|                                                                       |                |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>Standort</b>                                                       | <b>67061</b>   |
| <b>Normaußentemperatur (1995 - 2022)</b>                              | <b>-6.8 °C</b> |
| <b>Jahresmitteltemp. Heizperiode (1995 - 2022)</b>                    | <b>6.6 °C</b>  |
| <b>Durchschnittl. rel. Luftfeuchte Juni - September (2017 - 2022)</b> | <b>65 %</b>    |

## Klimatische Beurteilung

In Ihrer Region herrscht - deutschlandweit betrachtet - ein eher mildes Klima.

Der Energiebedarf eines Gebäudes hängt wesentlich von den klimatischen Bedingungen am Standort ab, daher werden die Berechnungen anhand von Temperaturdaten des Postleitzahlengebiets durchgeführt.

Um genauere Werte zu erhalten, verwenden wir neuere Wetterdaten (2004 - 2022) als in der EN 12831 vorgesehen (1995 - 2012).

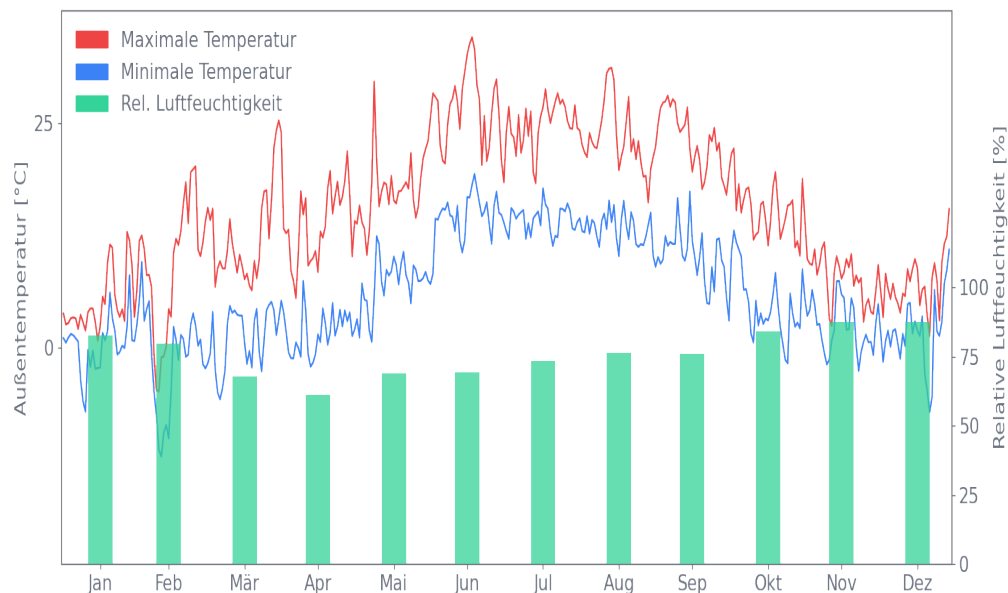


Berücksichtigt man zusätzlich die Wettertrends über die Anlagenlaufzeiten, ist von bis zu 5°C höheren Durchschnittstemperaturen und bis zu 15% niedrigeren Energiebedarfen auszugehen.

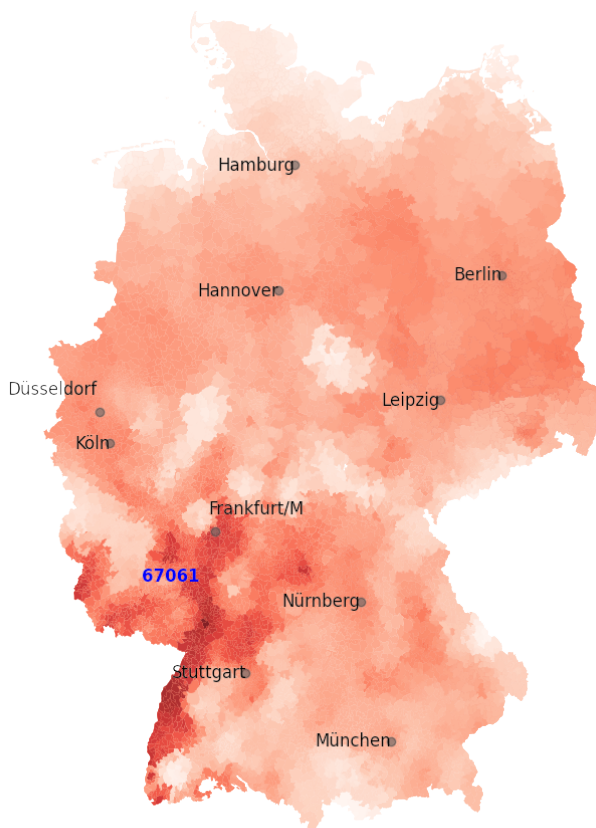
Wir berechnen nur anhand Ihres Postleitzahlengebiets. Bei detaillierteren Berechnungen verwenden wir den genauen Standort des Gebäudes und seine Höhe.

Nach DIN EN 12831 werden die Normaußentemperatur (9 niedrigste Tagestemperaturen an zwei aufeinanderfolgenden Tagen innerhalb von 18 Jahren) und die Jahresmitteltemperatur für die Berechnungen herangezogen.

## Kühltage

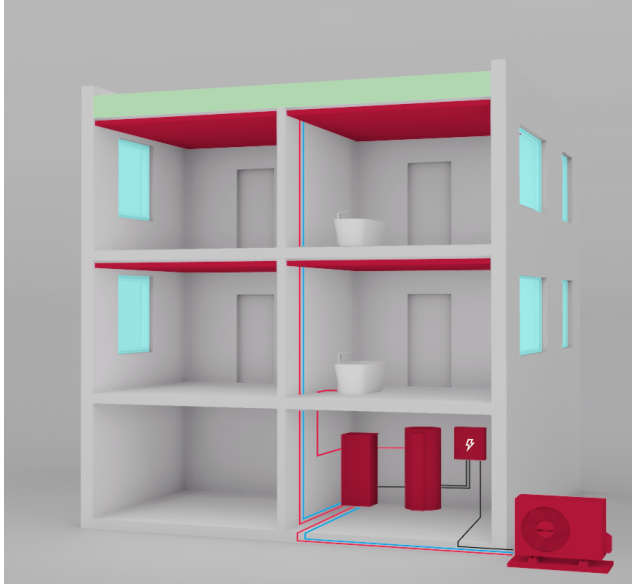


Die Grafik weist die mittleren Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverläufe während der Heizperioden der vergangenen 5 Jahre für das Postleitzahlgebiet 67061 aus.



Die folgende Karte zeigt die mittlere Verteilung der jährlichen Stunden mit Temperaturen oberhalb von 28° Celsius der letzten 5 Jahre und damit den zu erwartenden Kühlbedarf. Zu beachten ist, dass vor allem in Stadtgebieten mit dichter Bebauung deutlich höhere Temperaturen zu erwarten sind. Laut Bundesärztekammer kann Hitze unter anderem Atemwegserkrankungen verschlimmern, den Schlaf beeinträchtigen und zu Nierenerkrankungen führen. Zudem ist die Gefahr von Thrombosen und Herzinfarkten erhöht. Laut Studien gehen Hitzewellen mit mehr Einweisungen ins Krankenhaus und einer höheren Sterblichkeit einher. So kostete die Hitzewelle 2015 geschätzt etwa 6100 Menschen in Deutschland das Leben.

## Empfohlenes Setup



Als Basis für die Berechnungen dieses Heizreports haben wir die folgenden Komponenten verwendet. Diese Komponenten werden Ihnen im separaten vorläufigen Angebot detailliert beschrieben.

1. Warm Deckenmodul Komfort 120
2. Warm Deckenmodul Passiv
3. Vaillant aroTHERM plus 12KW Paket
4. warm° Pufferspeicher für WP 500L
5. Vaillant WW aroSTOR VWL B200/5
6. warm° SmartOne 360 Regler Cloud



Neben dem Bedarf für eine Deckenheizung haben Sie den Bedarf für eine Heizungs-wärmepumpe und für die Warmwasserversorgung angegeben.

## Typauswahl der Wärmepumpe

Sie haben angegeben, dass Sie den Wärmepumpentyp "Luft-Wasser" präferieren. Auch wir würden diesen Typ für ein Gebäude dieser Art in der angegebenen klimatischen Region empfehlen.



## Kombination mit Photovoltaik



Auch wenn Sie keine Photovoltaikanlage anschaffen wollen oder können, sind unsere Wärmepumpen-Konfigurationen jederzeit erweiterbar. Einer späteren Photovoltaik-Nachrüstung steht also nichts im Weg.

## Gesundes Raumklima

Sie haben angegeben, dass Ihnen der Komfort eines gesunden Raumklimas am Herzen liegt. Die im folgenden angegebenen Werte beziehen sich auf ein vollständig mit Deckenheizung / -kühlung ausgestattetes Gebäude ohne Stahlradiatoren. Durch die große Heizfläche wird ein angenehmes und gesundes Raumklima erzeugt, das höchsten Komfortansprüchen genügt. Im Sommer dient die Deckenfläche zur Kühlung. Anders als bei herkömmlichen Luftstrom-Klimaanlagen wird auch bei hohen Außentemperaturen eine zugluftfreie, angenehme Temperatur erzeugt.



## Reduktion des CO<sup>2</sup>-Ausstoßes

Ihnen ist es wichtig, einen hohen Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung zu leisten. Wir haben für die folgenden Rechnungen eine Wärmepumpe mit besonders hohem Effizienzgrad gewählt. Dadurch und durch die sorgfältige Auswahl und Konfiguration aller Komponenten erreicht die Anlage eine außergewöhnlich hohe CO<sub>2</sub>-Einsparung.



**22.8** t CO<sub>2</sub>-Ausstoß / Jahr

**26873** Kwh Verbrauch / Jahr

**Gas** Energieform

**1.1** Primär- zu Endenergie



**10.7** t CO<sub>2</sub>-Ausstoß / Jahr

**19035** Kwh Verbrauch / Jahr

**Elektro** Energieform

**0.28** Primär- zu Endenergie

## Gesetzliche Vorgaben

Die von uns vorgeschlagene Kombination aus Wärmepumpe und Deckenheizung ist vollständig vom ab 1. Januar 2024 geltenden Heizungsgesetz abgedeckt. Die ab 2028 vorgesehene verbindliche Nutzung von mindestens 65% erneuerbarer Energie ist erfüllt. Das gilt auch für alle Ggden, in denen spezielle Landesrichtlinien gelten (zurzeit Baden-Württemberg, Hamburg und Schleswig-Holstein).

Luft-Wasser-Wärmepumpen in der verwendeten Leistungsklasse benötigen keine Bau- oder Aufstellgenehmigung, sofern es sich nicht um denkmalgeschützte Gebäude handelt. Die Lärmemissionswerte erlauben - geltende Abstandsregeln vorausgesetzt - den durchgehenden Betrieb der Anlagen in Wohngebieten. Der elektrische Anschluss der Anlage ist grundsätzlich genehmigungsfrei.

Die angebotene Anlage arbeitet mit dem umweltfreundlichen Kältemittel R290 und fällt damit nicht unter die EU-Verordnung über fluorierte Treibhausgase. Damit entfallen entsprechende gesetzliche Auflagen.

Bei der Aufstellung der Anlagen mit dem Kältemittel R290 gelten Abstandsregeln, deren Einhaltung jedoch unproblematisch ist.

## Kriterien für die richtige Dimensionierung der Wärmepumpe

Die richtige Dimensionierung einer Wärmepumpe ist ein zentraler Faktor zur Energieeinsparung und Funktionalität einer Heizungsanlage.

Anders als bei klassischen Heizungsanlagen kann auch eine Überdimensionierung die Effizienz der Heizungsanlage erheblich senken.

Eine Unterdimensionierung ist ebenfalls zu vermeiden: Zwar kann fehlende Leistung durch den sogenannten Heizstab ergänzt werden, dies aber auf Kosten von Effizienz und Wirtschaftlichkeit.



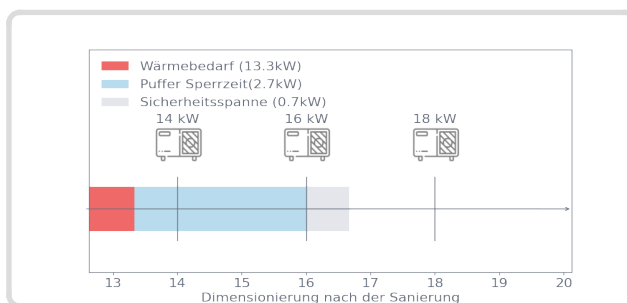
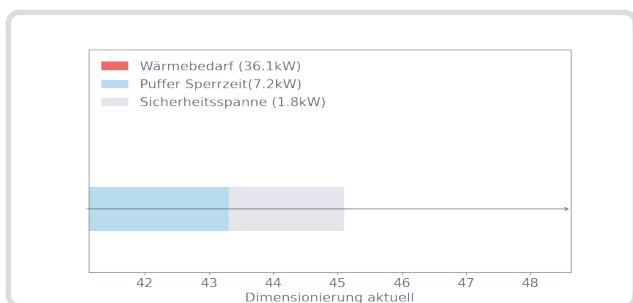
Es gilt also, genau DIE Größe der Wärmepumpe zu ermitteln, die einerseits nur in sehr seltenen Ausnahmefällen auf den Heizstab zurückgreifen muss ("Bivalenz-Betrieb"), die aber andererseits nicht derart überdimensioniert ist, dass sie in der Übergangszeit (März - Mai und September - November) durch häufiges Takten (ein- und ausschalten) an Effizienz verliert.



Bei der Dimensionierung ist zu berücksichtigen, ob ein Wärmepumpentarif mit Sperrzeiten verwendet werden soll. Eine leichte Überdimensionierung (Sicherheitsspanne) ist ebenfalls zu berücksichtigen, um klimatische Schwankungen abfangen zu können.

## Berücksichtigung nachträglicher Dämmung

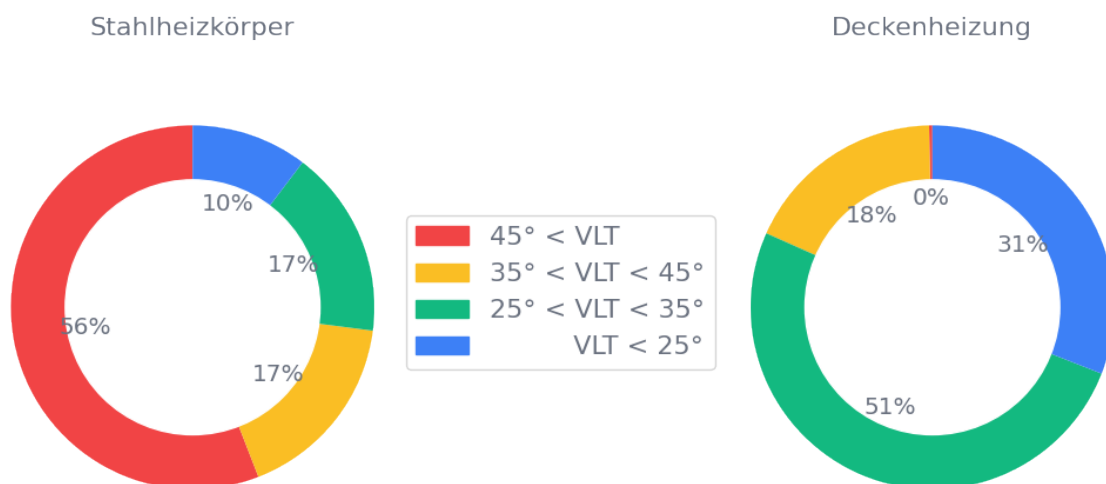
Sollten Sie planen, Ihr Gebäude nachträglich zu dämmen, wäre die ausgewählte Wärmepumpe möglicherweise überdimensioniert. Das folgende Diagramm zeigt, welche Wärmepumpe passend wäre, wenn Sie Ihr Gebäude nach dem KfW40 Standard dämmen würden.



## Grundlagen der Effizienzberechnung

Die Effizienz einer Wärmepumpe hängt von der Differenz zwischen Quellentemperatur (hier: Außenluft) und der Abgabetemperatur (Vorlauftemperatur) ab. Diese Differenz wird einerseits vom aktuellen Wetter bestimmt, andererseits von der eingestellten Vorlauftemperatur.

Das Wetter können wir nicht beeinflussen, die Vorlauftemperatur jedoch schon. Hier gilt es, diese so niedrig wie möglich zu halten. Niedrige Vorlauftemperaturen benötigen große Heizflächen, um die notwendige Wärmeleistung zu realisieren. Die klassischen Stahlheizkörper benötigen in der Regel hohe Vorlauftemperaturen. Decken-, Wand- und Fußbodenheizungen bieten eine große Heizfläche und benötigen niedrige Vorlauftemperaturen.



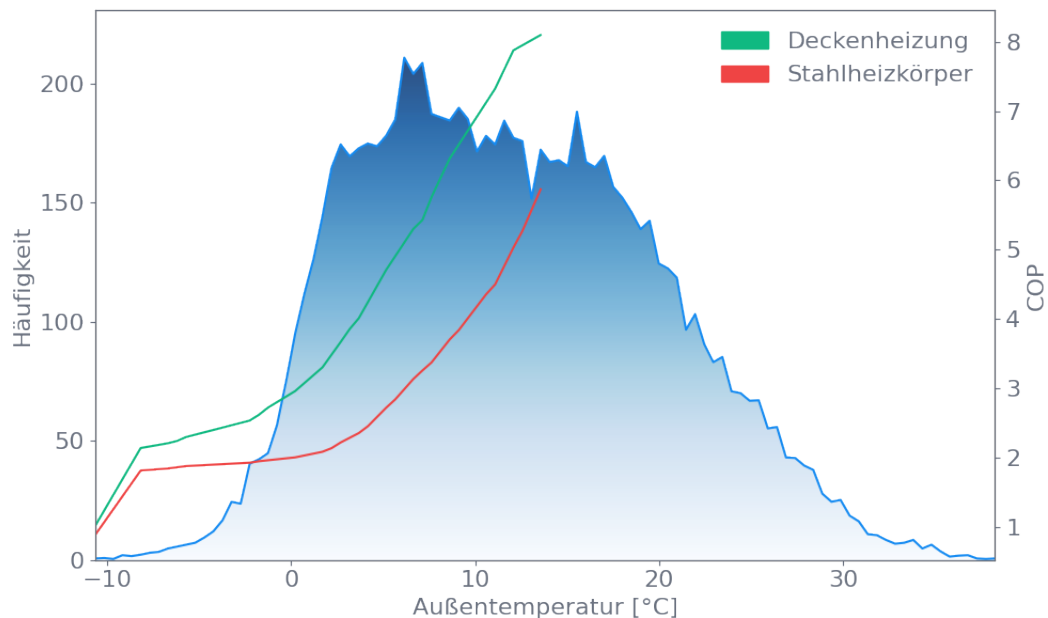
Die Abbildung zeigt den zeitlichen Anteil, an dem die Wärmepumpe im effizienten Bereich einer Vorlauftemperatur unterhalb von  $45^{\circ}$  Celsius arbeitet. Während die Wärmepumpe bei Stahlheizkörpern zu 56% im ineffizienten Bereich oberhalb von  $45^{\circ}$  C arbeiten muss, sind es bei der Deckenheizung 0%! Die Deckenheizung arbeitet zu 82% im sehr wirtschaftlichen Betrieb mit Vorlauftemperaturen unterhalb von  $35^{\circ}$  C.

Der Leistungsfaktor und damit der Stromverbrauch einer Wärmepumpe, die mit Stahlheizkörpern arbeiten muß, liegt erheblich unter dem einer Wärmepumpe in Verbindung mit Flächenheizungen. Die Jahresarbeitszahl (JAZ) einer Wärmepumpe gibt den jährlich durchschnittlichen Leistungsfaktor der Wärmepumpe für ein Standard-Klima an und bietet damit eine realistische Abschätzung der zu erwartenden Energiekosten für die Wärmepumpe. Eine JAZ von 3 bedeutet damit, dass für jede Kilowattstunde Strom 3 Kilowattstunden Wärme erzeugt werden.



Die folgende Abbildung zeigt die Effizienzkurven der Wärmepumpe mit Stahlheizkörpern und Deckenheizung. Wie ist diese Abbildung zu lesen?

Auf der waagrechten Achse sind die Temperaturen (2022) von -12° C bis 36° C aufgeführt. Auf der senkrechten Achse ist die Häufigkeit der Temperaturen in Stunden abgetragen. Man erkennt sehr deutlich, dass nur wenige Stunden im Jahr deutlich unter Null Grad Celsius liegen. In diesem Bereich ist die Wärmepumpe für beide Heizkörper/-flächen recht ineffizient. Zum Glück kommen Temperaturen zwischen 5 und 10° C wesentlich häufiger vor. Besonders mit Deckenheizung ist die Effizienz dann sehr hoch. Bei 5° C macht die Wärmepumpe aus 1 kWh Strom ca. {copKwh5} kWh Wärme!



**3.4**

JAZ Stahlheizkörper

**10.7**

t CO<sup>2</sup>-Ausstoß / Jahr

**6987**

€ jährl. Energiekosten



**4.8**

JAZ Deckenheizung

**7.6**

t CO<sup>2</sup>-Ausstoß / Jahr

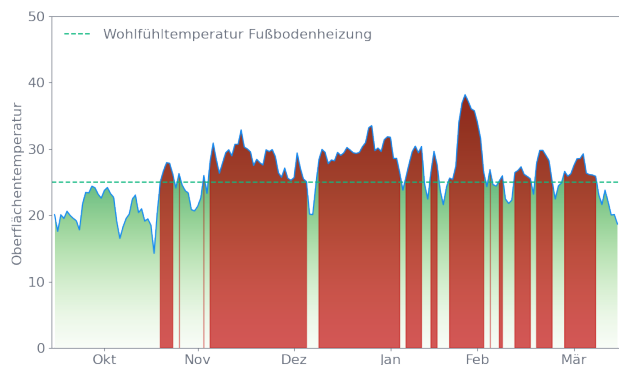
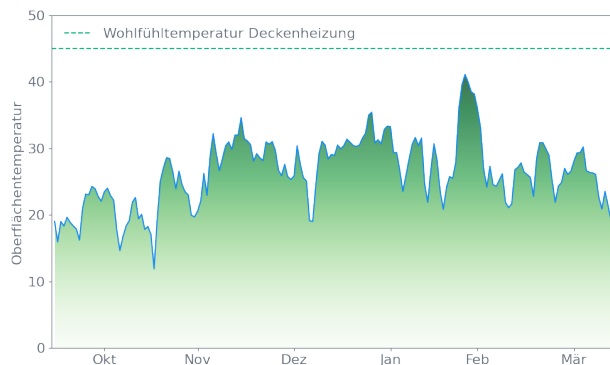
**4949**

€ jährl. Energiekosten

## Physiologische Beurteilung von Flächenheizungen

Flächenheizungen, also Decken- oder Fußbodenheizungen, haben einen besonders hohen Wohlfühlfaktor. Wann aber werden Flächenheizungen so warm, dass der Wohlfühlbereich verlassen wird? Die Grafiken zeigen die Oberflächentemperaturen der Flächenheizungen über das Jahr.

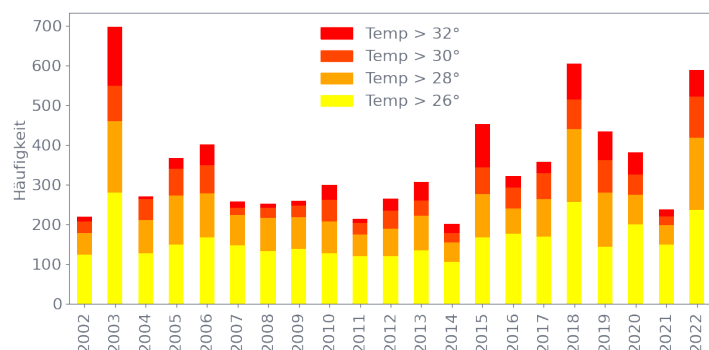
Die Grafik rechts stellt die Oberflächentemperatur der Deckenheizung dar. Hier wird der Wohlfühlbereich (Oberflächentemperatur > 45°C) kaum oder gar nicht überschritten.



Bei der Fußbodenheizung (linke Grafik) wird der Wohlfühlbereich (Oberflächentemperatur > 35°C) häufig überschritten (gestrichelte grüne Linie).

## Kühlung

Eine herausragende Eigenschaft von Wärmepumpen ist ihre Fähigkeit, von Wärmebetrieb auf Kühlbetrieb umzuschalten. Kühlen mit Wärmepumpe und Deckenheizung bietet zugluftfreie, angenehme Temperaturen im Haus wenn es draußen brütend heiß ist.

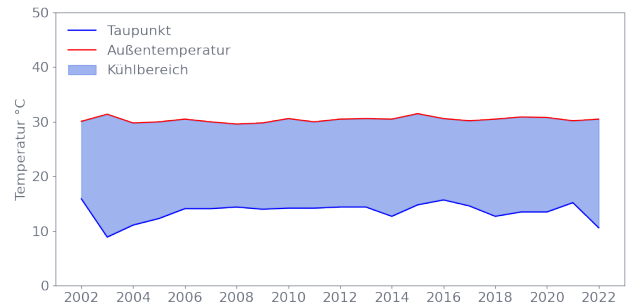


Wir legen besonders großen Wert darauf, dass diese Umschaltung vollautomatisch und problemlos stattfindet.

Da Flächenheizungen nur bis zum Taupunkt kühlen können, ist eine hochwertige Steuerung wichtig. Sie sorgt dafür, dass die Kühlung rechtzeitig aktiviert wird, der Taupunkt nicht unterschritten wird und - wenn immer möglich - günstiger PV-Strom zur Kühlung verwendet wird.

## Kühlbedarf und Taupunkt

Die nebenstehende Darstellung zeigt die jährlichen Stunden über 28° C Außentemperatur und die jeweiligen Taupunkte. Deckenkühlungen können bis zur Taupunkttemperatur kühlen. Durch den optionalen Einsatz eines Dehumidifiers (Entfeuchter) kann die Kühltemperatur weiter gesenkt werden.



253

Jährliche Stunden mit Temperaturen über 26°C (Durchschnitt 5 Jahre)



## Bivalenzbetrieb

Ist die Außentemperatur niedrig, steigt der Wärmebedarf, da mehr Wärme durch Isolationsverluste verloren geht. Zur gleichen Zeit sinkt auch die Leistungsfähigkeit der Wärmepumpe, da sie bei sehr kalter Außenluft weniger effizient arbeitet.

Reicht die Leistung der Wärmepumpe nicht mehr aus, um das Gebäude ausreichend mit Wärme zu versorgen, muß die Anlage in den gefürchteten "Bivalenzbetrieb" gehen. Jetzt wird zusätzlich ein Heizstab eingesetzt, der das Heizungswasser direkt erwärmt.

Wir legen Wärmepumpen so aus, dass der Bivalenzbetrieb maximal 1,5 % des Energieverbrauchs und damit der Stromkosten ausmacht. In eher milden Wintern wird bei dieser Auslegung kein Bivalenzbetrieb notwendig.

15

Jährliche Stunden im Bivalenzbetrieb (Wetterbasis 2022)

2531

Jährliche Stunden mit Heizbedarf (Durchschnitt 5 Jahre)

## Warmwasserbereitung

Sie haben angegeben, dass Sie auch die Warmwasserbereitung für Ihr Gebäude benötigen. Hierfür werden eine Reihe unterschiedlicher Lösungen auf dem Markt angeboten. Wir erklären kurz die Gründe für unsere Präferenz für Ihr Gebäude.

Für Ihr Gebäude und Ihre Haushaltssituation mit 6 Personen raten wir zu einer separaten Warmwasser-Wärmepumpe mit einer Leistung von {heatpumpWwSizeKw} kW. Dieses einfach installierbare und wartungsfrei betreibbare Gerät bietet gegenüber einer Heizanlage-integrierten Lösung eine Reihe von Vorteilen. Die höheren Temperaturen, die für das Warmwasser benötigt werden, werden bedarfsgerecht durch die separate Warmwasser-Wärmepumpe erzeugt. Die Heizungs-wärmepumpe kann dann ausschließlich mit niedrigen Vorlauftemperaturen betrieben werden und arbeitet daher sehr effizient. Auch im Kühlbetrieb bietet die Lösung mit separater Warmwasser-Wärmepumpe Vorteile.



## Anteil Primärenergie

Besonders bei konventionellen Warmwasseraufbereitungen kann der Primärenergiebedarf (Strom, Öl, Gas) einen merklichen Anteil am Gesamtbedarf ausmachen. Die Grafik zeigt den reduzierten Primärenergiebedarf mit einer Warmwasser-Wärmepumpe auf.

