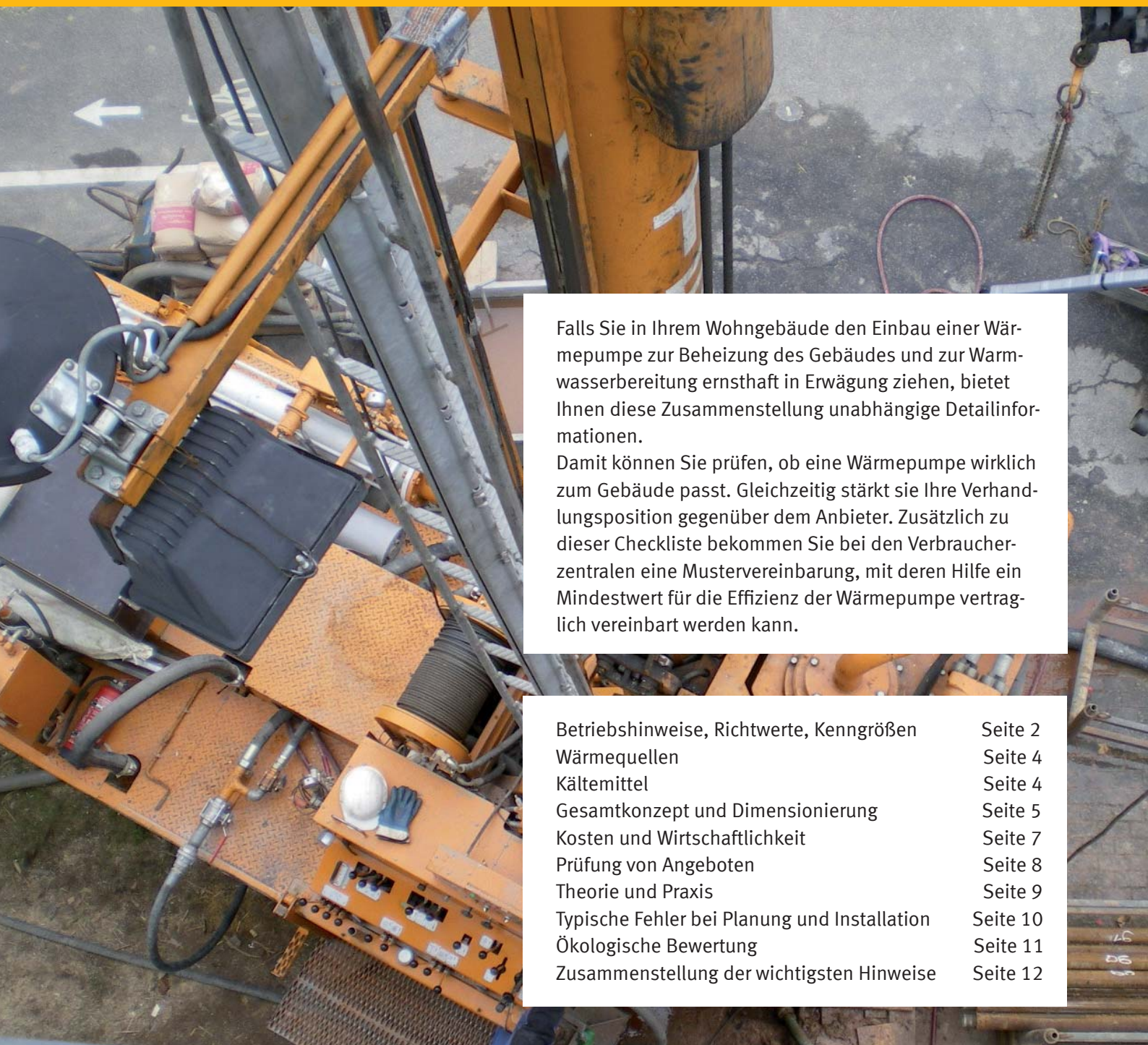


Checkliste Wärmepumpen 2010

Eine Verbraucherinformation



Falls Sie in Ihrem Wohngebäude den Einbau einer Wärmepumpe zur Beheizung des Gebäudes und zur Warmwasserbereitung ernsthaft in Erwägung ziehen, bietet Ihnen diese Zusammenstellung unabhängige Detailinformationen.

Damit können Sie prüfen, ob eine Wärmepumpe wirklich zum Gebäude passt. Gleichzeitig stärkt sie Ihre Verhandlungsposition gegenüber dem Anbieter. Zusätzlich zu dieser Checkliste bekommen Sie bei den Verbraucherzentralen eine Mustervereinbarung, mit deren Hilfe ein Mindestwert für die Effizienz der Wärmepumpe vertraglich vereinbart werden kann.

Betriebshinweise, Richtwerte, Kenngrößen	Seite 2
Wärmequellen	Seite 4
Kältemittel	Seite 4
Gesamtkonzept und Dimensionierung	Seite 5
Kosten und Wirtschaftlichkeit	Seite 7
Prüfung von Angeboten	Seite 8
Theorie und Praxis	Seite 9
Typische Fehler bei Planung und Installation	Seite 10
Ökologische Bewertung	Seite 11
Zusammenstellung der wichtigsten Hinweise	Seite 12

Betriebsweise, Richtwerte, Kenngrößen

Temperaturdifferenz

Mit Hilfe von Wärmepumpen kann man Umweltwärme aus Boden, Wasser oder Luft von einem niedrigen auf ein höheres Temperaturniveau „pumpen“ und damit Gebäude und Warmwasser aufheizen. Der Stromverbrauch der Wärmepumpe hängt dabei ganz entscheidend von der Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle (Boden, Wasser oder Luft) und Wärmesenke (Heizungswasser und Trinkwarmwasser) ab. Je kleiner diese Temperaturdifferenz ist, umso effektiver läuft die Wärmepumpe. Daher sind Flächenheizungen (Fußboden- oder Wandheizungen), die auf niedrigem Temperaturniveau betrieben werden, im Zusammenhang mit Wärmepumpen immer die erste Wahl.

Die Leistungszahl

Das Verhältnis von Heizleistung zu aufgenommener elektrischer Leistung bei definierten Randbedingungen nennt man Leistungszahl ϵ , englisch COP (coefficient of performance). Die Hersteller geben diese Zahl entsprechend der Normen mit folgenden abgekürzten Randbedingungen zum Beispiel wie folgt an: W10W35, B0W35, A2W35.

Die Buchstaben stehen dabei für

W = water (Wasser), B = brine (Sole), A = air (Luft).

Die Zahlen geben die Temperatur von Wärmequelle und Wärmesenke an.

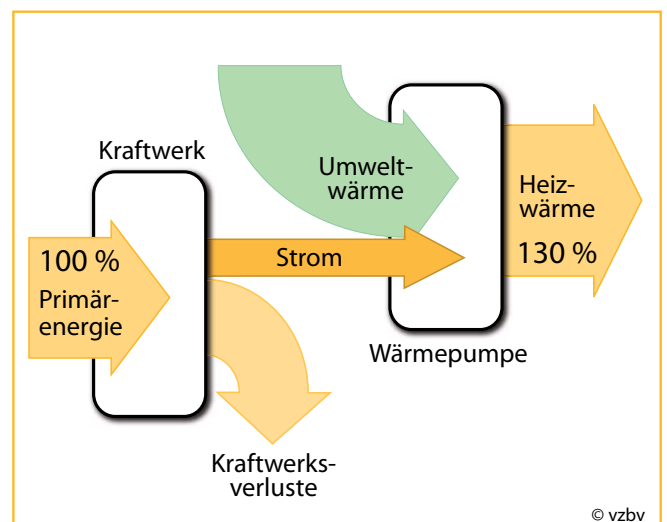
Beispiel: Eine Leistungszahl 4 mit A2W35 beschreibt eine Luft/Wasser-Wärmepumpe, die bei einer Lufttemperatur von 2°C arbeitet (A2) und die gewonnene Wärme auf einem Niveau von 35°C an das zu nutzende Wasser abgibt (W35).

Leistungszahlen liegen meist zwischen 3 und 6. Es handelt sich dabei in der Regel um reine Teststands- oder Berechnungswerte für einen Betriebszustand. Anhand der Leistungszahlen lassen sich die Wärmepumpenaggregate bezüglich ihrer Güte untereinander gut vergleichen. In der Schweiz gibt es eine sehr umfangreiche Liste mit gemessenen Leistungszahlen einzelner Wärmepumpen inklusiver weiterer Daten. Diese Liste findet man unter dem Stichwort Prüfergebnisse auf der Internetseite www.wpz.ch

Die Jahresarbeitszahl

Viel wichtiger als die Leistungszahl ist die Jahresarbeitszahl β , die das Verhältnis zwischen jährlich bereitgestellter Wärmemenge und eingesetzter Strommenge darstellt. Diese Zahl sollte möglichst größer als 2,6 sein, um die Verluste bei der Stromerzeugung in den

Kraftwerken zu kompensieren. Eine wirklich effiziente Wärmepumpe, die nennenswerte ökologische Vorteile bietet, hat eine Jahresarbeitszahl von über 3,5. Eine Jahresarbeitszahl von 3,5 bedeutet, dass aus 1 kWh Strom und 2,5 kWh Umweltwärme insgesamt 3,5 kWh Wärme für Heizung und Warmwasser bereit gestellt werden. Anbieter versprechen oft Jahresarbeitszahlen von 4 und mehr, die in der Praxis in der Regel nicht erreicht werden. Meist liegen sie zwischen 2,3 und 3,9. **Wichtig für die Bewertung einer Anlage ist, dass sämtlicher Stromverbrauch inklusive der Warmwasserbereitung, aller eingesetzten Pumpen und des evtl. vorhandenen Heizstabs bei der Bestimmung dieser Zahl berücksichtigt wird.** Beim Einbau einer Wärmepumpe sollte immer ein Wärmemengenzähler installiert werden, damit man die tatsächliche Jahresarbeitszahl feststellen kann. Den Stromverbrauch liest man am Stromzähler für die Wärmepumpe ab. Sehr hilfreich kann es sein, wenn man mit dem Installateur oder Generalunternehmer eine schriftliche Vereinbarung über eine Mindestjahresarbeitszahl und die Randbedingungen, unter denen diese gelten soll, getroffen hat. Hierzu bieten die Verbraucherzentralen eine Mustervereinbarung an, die von den Energieberatern in der persönlichen Beratung zur Verfügung gestellt wird. Diese Vereinbarung soll dazu dienen, die Planungs- und Ausführungsqualität auf dem Wärmepumpenmarkt zu verbessern. Der Text ist jedoch erläuterungsbedürftig, weshalb er nicht über unsere Internetseiten angeboten wird.



Energiebilanz einer Wärmepumpe mit Jahresarbeitszahl 4

Ein 2008 abgeschlossener Feldtest in Lahr in Baden-Württemberg mit 33 Wärmepumpen, die nach 2002 installiert wurden, lieferte folgende gemessene mittlere Jahresarbeitszahlen:

Wärmequelle	Mittlere JAZ Anlagen mit Flächenheizung	Mittlere JAZ Anlagen mit Heizkörpern
Außenluft	2,8 (2,3)	2,4 (2,2)
Erdreich	3,4 (3,1)	3,3
Grundwasser	3,2 (2,9)	k.A.

Werte in Klammern unter Berücksichtigung der Speicherverluste für Heizung und Warmwasser

Quelle: Dr. Falk Auer, Schlussbericht Zweijähriger Feldtest Elektrowärmepumpen am Oberrhein: Nicht jede Wärmepumpe trägt zum Klimaschutz bei, Dezember 2008

In einem vom Bundeswirtschaftsministerium geförderten Feldtest der Wärmepumpen-Effizienz durch das Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE wurden 94 Anlagen in gut gedämmten Neubauten untersucht. Bei 68 dieser Anlagen war das Erdreich und bei 26 die Luft die Wärmequelle. Die Neubauten waren fast ausschließlich mit Fußbodenheizungen ausgestattet. Die Randbedingungen waren also gut für den Einsatz von Wärmepumpen. **Eine aktuelle Veröffentlichung zeigt in Neubauten folgende gemessene mittlere Jahresarbeitszahlen dieser Anlagen ohne Berücksichtigung von Speicherverlusten:**

Wärmequelle	Mittlere JAZ im Neubau
Außenluft	2,9
Erdreich	3,9

In einer weitere Messreihe wurden 73 Wärmepumpen im Gebäudebestand untersucht. 53 dieser Anlagen waren mit normalen Heizkörpern zur Wärmeverteilung im Einsatz und in 20 Fällen lag eine Kombination von Heizkörpern mit einer Fußbodenheizung vor. Hier sehen die bisherigen Ergebnisse im Altbau wie folgt aus:

Wärmequelle	Mittlere JAZ im Altbau
Außenluft	2,9
Erdreich	3,3

Quelle: BINE Projektinfo 03/10, Erdgekoppelte Wärmepumpen für Neubauten, März 2010 sowie weitere Informationen vom Fraunhofer ISE.

Das Förderprogramm „Erneuerbare Energien“ des Bundesumweltministeriums verlangte bisher folgende Voraussetzungen um eine Förderung für den Einbau

von Wärmepumpen zu erhalten: der Einbau eines Wärmemengenzählers sowie folgende Mindestwerte für die Jahresarbeitszahl (JAZ).

Wärmequelle	Neubau Mindest-JAZ	Altbau Mindest-JAZ
Außenluft	3,5	3,3
Erdreich	4	3,7

Zurzeit droht allerdings ein Förderstopp bis Ende 2010. Weitere aktuelle Informationen zu diesem Förderprogramm findet man unter www.bafa.de

Das Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (oder kurz EEWärmeG) verlangt seit 2009, dass in Neubauten je nach eingesetzter Technik ein Mindestanteil erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärmebedarfs zum Einsatz kommt.

An die Effizienz von Wärmepumpen werden dabei folgende Mindestanforderungen gestellt:

Wärmequelle	Neubau Mindest-JAZ nur für die Heizung	Neubau Mindest-JAZ inkl. WW-Bereitung
Außenluft	3,5	3,3
alle anderen WP	4,0	3,8

Achtung! Für das Förderprogramm und das EEWärmeG gilt:

Die JAZ muss rechnerisch nach der VDI-Richtlinie 4650 für Raumwärme und Warmwasser mit Hilfe einer Fachunternehmererklärung bzw. einer Bescheinigung eines Sachkundigen nachgewiesen werden.

Diese Rechenwerte liegen zum Teil deutlich über den Werten, die in der Praxis erreicht werden, da für die Berechnung vereinfachte und idealisierte Randbedingungen angenommen werden.

Betriebsweisen:

Monovalente Wärmepumpenanlagen versorgen als einzige Anlage das Haus mit Wärme und Warmwasser. Sie haben auch keinen zusätzlichen Elektroheizstab. Bei bivalenten Anlagen gibt es einen zweiten Wärmeerzeuger. Dies kann ein Elektroheizstab oder auch ein Heizkessel für andere Brennstoffe sein. Anlagen mit zusätzlichem Elektroheizstab nennt man auch monoenergetisch, da sowohl das Wärmepumpenaggregat als auch der Heizstab mit Strom betrieben werden. Monoenergetisch sollte jedoch nicht mit monovalent verwechselt werden.

Wärmequellen

Folgende Kriterien sollte die Wärmequelle möglichst erfüllen:

Ausreichende Verfügbarkeit, hohes Temperaturniveau, ausreichende Regeneration, kostengünstige Erschließung, geringer Wartungsaufwand.

Die Wärmequellen Erdreich und Grundwasser schneiden im Hinblick auf das Temperaturniveau am besten ab. Allerdings ist die Erschließung relativ teuer und beide Varianten sind in Trinkwasserschutzgebieten ausgeschlossen.

Erdreich

Dem Erdreich kann man die Wärme sowohl mit Hilfe eines horizontal in einer Tiefe von 1,20 bis 1,50 m verlegten Erdkollektors entziehen (siehe Titelbild) als auch mit Hilfe von vertikal (senkrecht) verlegten Erdsonden, die bis in eine Tiefe zwischen 30 und 100 Meter reichen.

Die reale Entzugsleistung von Erdkollektoren liegt je nach Bodenverhältnissen oft zwischen 10 und 25 Watt pro m² im Einzelfall auch höher. Die Gesamtfläche des Erdkollektors beträgt in der Regel das 1- bis 2-fache der zu beheizenden Wohnfläche im Haus. Ein stark mit Wasser angereicherter Boden eignet sich sehr gut als Quelle. Sandige Böden sind dagegen weniger geeignet.

Die Entzugsleistung von Erdsonden liegt zwischen 30 und 50 Watt pro m Tiefe im Einzelfall auch darüber. Bei Erdsonden werden meist mehrere Bohrungen mit mindestens 6 Metern Abstand eingebracht. Geht man von einem Wert von 50 W/m aus, braucht man für eine Entzugsleistung von 5 kW (5000 W) zwei Bohrungen à 50 m Tiefe. Vor der Bohrung sollte unbedingt ein Bodengutachten eingeholt werden. In jedem Fall muss eine wasserrechtliche Genehmigung für die Bohrung von der unteren Wasserbehörde vorliegen.

Grundwasser

Grundwasser hat ab einer Tiefe von 10 m ganzjährig eine Temperatur von etwa 10°C. Auch hier muss vor Baubeginn eine Genehmigung bei der örtlichen Wasserbehörde

eingeholt werden. Man braucht einen Förder- und einen Schluckbrunnen, wobei die Fließrichtung des Grundwassers zu beachten ist. Beide Brunnen sollten einen Mindestabstand von 10 m haben. Für eine Entzugsleistung von 10 kW braucht man etwa 2m³ Grundwasser pro Stunde. Bevor man sich für diese Wärmequelle entscheidet, sollte unbedingt eine Wasseranalyse erstellt werden, um den Eisen- und Mangangehalt zu prüfen. Liegen diese zu hoch, ist von dieser Variante abzuraten, da das Risiko der Verockerung besteht. Dabei fällt das im Wasser gelöste Eisen nach dem Kontakt mit dem Luftsauerstoff als dunkelbrauner Eisenocker aus und behindert die Wasserentnahme. Beides würde die Wasserentnahme stark behindern.

Luft

Die Außenluft als Wärmequelle zu nutzen bietet den Vorteil, dass der Aufwand zur Erschließung dieser Quelle geringer ist als beim Erdreich oder beim Grundwasser. Die Investitionskosten liegen bei dieser Variante niedriger. Auch sind keine Genehmigungen für die Wärmequelle erforderlich. Allerdings hat diese Wärmequelle auch mehrere Nachteile:

Die Wärmekapazität der Luft ist wesentlich kleiner als die des Wassers oder des Erdreichs, so dass große Luftmengen bewegt werden müssen. Dies hat eine deutliche Geräuschentwicklung zur Folge, die als sehr störend empfunden werden kann – nicht nur von einem selbst sondern auch von Nachbarn. Für 10 kW Entzugsleistung braucht man etwa 4.000 m³ Luft pro Stunde. Daher sollte man das Außenbauteil nicht im Eingangsbereich oder andere gut sichtbare Grundstücksstellen und auch nicht direkt an der Grundstücksgrenze aufstellen.

Die Luft ist ausgerechnet dann am kältesten (kalte Wintertage), wenn der Wärmebedarf im Haus am größten ist. Deshalb ist die Jahresarbeitszahl hier in der Regel am niedrigsten und liegt häufig unter 3. Luft-Wärmepumpen machen in Passivhäusern in Kombination mit einer Lüftungsanlage in jedem Fall Sinn.

Kältemittel

Lange Jahre wurden FCKW als Kältemittel benutzt, da sie reaktionsträge, nicht brennbar und ungiftig sind. Aufgrund ihres Ozonzerstörenden Potentials sind sie jedoch seit 1995 verboten. Seitdem kommen meist teilfluorierte Kohlenwasserstoffe zum Einsatz, die die Ozonschicht

nicht mehr angreifen. Diese werden mit den Nummern R134a, R404A, R407C, R410A gekennzeichnet. Diese haben jedoch noch ein starkes Treibhauspotential, so dass eine sorgfältige Entsorgung zu gewährleisten ist, damit die Stoffe nicht in die Atmosphäre gelangen.

Gesamtkonzept und Dimensionierung

Dämmstandard und Flächenheizung

Flächenheizungen führen generell zu einer höheren Effizienz der Wärmepumpe wegen des niedrigeren Temperaturniveaus. Gut gedämmte Gebäude reduzieren die Investitionskosten für die Wärmepumpe. Diese hängen sehr stark von der erforderlichen Entnahmekapazität der Wärmequelle und der Heizleistung im Gebäude ab. Wärmepumpen stellen hohe Anforderungen an die Qualität der Anlagenplanung und die fachgerechte Installation. Gebäude und Wärmepumpe müssen gut aufeinander abgestimmt sein. Der Einbau einer Wärmepumpe in einem bestehenden Gebäude, dessen Dämmstandard nicht sehr hoch ist und in dem Heizkörper für die Wärmeverteilung installiert sind, ist nicht zu empfehlen. Hier sollte zunächst in eine Wärmedämmung der Gebäudehülle investiert werden.

Die Bohrung

Erdreich oder Grundwasser sind als Wärmequelle die erste Wahl. Die Bodenbeschaffenheit ist für einen Flächenkollektor zu prüfen. Vor einer Bohrung für eine Sonde ist ein Bodengutachten einzuholen. Wasserrechtliche Genehmigungen sind bei Bohrungen ebenfalls notwendig. Bei einem Flächenkollektor reicht in der Regel eine Mitteilung an die Behörde.

Die Bohrfirma sollte eine DVGW-Zertifizierung (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs) nach Arbeitsblatt W120 haben. Darin sind gewisse Qualitätsanforderungen festgehalten. Auf der Seite www.dvgw-cert.com findet man nach Postleitzahlen sortierte zertifizierte Bohrunternehmen. Es sollte eine ausführliche schriftliche Dokumentation der Bohrung erfolgen mit Lageplan der Bohrungen und der Sondenleitungen zum Haus, mit Protokoll des Bohrmeisters und Bohrablaufblatt, mit Verpressprotokoll und Angaben zum Verpressmaterial sowie mit Druckprüfprotokoll der Sonden. Es lohnt sich häufig, in der Planungsphase einen Bodengutachter zu beauftragen.

Genauere Berechnung

Die Auslegung der Wärmequellenanlage muss genau geplant werden. Hierfür sollte eine genaue Heizlastberechnung erfolgen. Damit werden sowohl Investitions- als auch Betriebskosten wesentlich beeinflusst. So muss beim Erdreich als Wärmequelle verhindert werden, dass es durch zu große Wärmeentnahme zu Bodenvereisungen und damit zu einem deutlichen Abfall der Jahresarbeitszahl kommt. Die Entzugskapazität und die Dauer der Wärmeentnahme müssen genau aufeinander abgestimmt sein, damit ausreichend Zeit für eine Regeneration bleibt.

Je nach Entzugskapazität wird für 1800 bis 2400 Stunden im Jahr dem Boden die Wärme entnommen. Es findet also kein uneingeschränkter Jahresdauerbetrieb statt. Für die Auslegung der Wärmeleistung des Aggregats sollte eine genaue Heizlastberechnung erfolgen. Die Leistung sollte hier eher knapp ausgelegt werden, um ein Takten (häufiges Ein- und Ausschalten) zu vermeiden, da dies die Lebensdauer des Geräts verkürzt.



Speicher und Betriebsweise

Um das Takten des Aggregats zu vermeiden und Abschaltzeiten des Stromversorgers problemlos überbrücken zu können, muss eine Wärmespeicherung möglich sein. Wenn man nur einen einzigen Heizkreis mit Fußbodenheizung hat, stellt der Fußbodenaufbau meist einen ausreichenden Puffer dar. Andernfalls ist der Einbau eines Pufferspeichers erforderlich. In beiden Fällen ist eine monovalente Betriebsweise (ohne Elektroheizstab) möglich. Das Aggregat kann dann so dimensioniert werden, dass ein Takten vermieden wird. Bei der Planung der Wärmeleistung sind die Warmwasserbereitung und mögliche Abschaltzeiten, die sich der Stromversorger meist vertraglich vorbehält, zu berücksichtigen. Die Warmwasserbereitung kann über einen eigenen Warmwasserspeicher erfolgen oder mit Hilfe einer Frischwasserstation, die dem Pufferspeicher nachgeschaltet wird, falls dieser vorhanden ist. Diese Frischwasserstation funktioniert im Prinzip wie ein Durchlauferhitzer.

Wärmeverteilung und hydraulischer Abgleich

Es lohnt sich, die Fußbodenheizung etwas großzügiger auszulegen (auf max. 30°C statt auf 35°C), die Heizkurve niedriger einzustellen und den hydraulischen Abgleich durchzuführen. Dabei geht es darum, im Verteilungsnetz (Leitungen und Heizflächen) für annähernd gleiche Druckverhältnisse zu sorgen. Damit wird erreicht, dass die Wärmeverteilung mit möglichst geringem Pumpenstromverbrauch erfolgt und dass die Thermostatventile optimal regeln können. Gleichzeitig werden neben dem Stromverbrauch auch die Heizenergieverluste reduziert.

Auch die Wärmequelle sollte eher etwas zu groß als zu klein ausgelegt werden auch wenn dies die Investitionskosten erhöht. Dafür reduzieren sich die Verbrauchskosten und die Gefahr der zu starken Auskühlung der Quelle ist gering. Das Aggregat selbst sollte knapp dimensioniert sein. Damit wird das Risiko des Taktens (häufiges Aus- und Einschalten) vor allem bei nicht vorhandenem Pufferspeicher verringert.

Wenn die vom Hersteller angegebene Durchflussmenge des Heizungswassers durch die Wärmepumpe auch in der Praxis eingehalten wird, läuft die Anlage effizient.

Warmwasserbereitung

Die Warmwasserbereitung sollte ebenfalls über die Wärmepumpe erfolgen, denn Stromdurchlauferhitzer liegen bei den Verbrauchskosten deutlich höher.



Wärmemengenzähler

Zur Feststellung der tatsächlichen Jahresarbeitszahl sollte in jedem Fall ein Wärmemengenzähler installiert werden, der die gesamte bereit gestellte Wärmemenge für Heizung und Warmwasser misst. Häufig ist dieser Zähler bereits im Aggregat eingebaut. Mit dem Installateur sollte eine Mindestjahresarbeitszahl vertraglich vereinbart werden.



Kühlung im Sommer

Die Wärmepumpe kann im Sommer auch zur aktiven Kühlung genutzt werden, indem man den Wärmepumpenprozess einfach umkehrt. Dann wird dem Raum die Wärme entzogen und dem Erdboden zugeführt. Voraussetzung ist, dass dies durch einfache Umschaltung am Aggregat möglich ist. Eine weitere Variante besteht darin, bei ausgeschaltetem Kompressor der Wärmepumpe nur den Sole- und den Heizkreis durch die Pumpen in Betrieb zu halten. Auch auf diesem Wege findet eine Kühlung statt, wenn auch nicht so wirkungsvoll wie wenn der Kompressor in Betrieb ist. Beide Formen der Raumkühlung sind natürlich mit zusätzlichem Stromverbrauch der Wärmepumpe im Sommer verbunden. In jedem Fall muss bei Kühlung unbedingt verhindert werden, dass der Fußboden oder die Wand (bei Wandheizflächen) zu stark abkühlen, damit es zu keiner Feuchtekondensation kommt.

Grundsätzlich sind passive Verfahren wie Verschattung und gezielte Lüftung zur Vorbeugung vor sommerlicher Überhitzung der Innenräume als erstes zu empfehlen. Passiver vorbeugender Hitzeschutz und auch aktive Kühlung mit Hilfe der Wärmepumpe sind immer dem Einsatz von Klimageräten vorzuziehen.

Kosten und Wirtschaftlichkeit

Die Investitionskosten für eine Wärmepumpenanlage liegen deutlich höher als für eine konventionelle Öl- oder Gasheizung. Dafür ergeben sich niedrigere Verbrauchskosten für die Wärmepumpe. Zu beachten ist jedoch, dass insbesondere bei der Wärmepumpe eine Reduzierung der Investitionskosten durch zu kleine Dimensionierung zu deutlich höheren Verbrauchskosten führt. Daher sollte man bei „besonders günstigen“ Angeboten von Wärmepumpen vorsichtig sein.

Investitionskosten

Betrachtet man die gesamten Investitionskosten, kann eine Erdwärmepumpenanlage 2- bis 3-mal so teuer werden, wie etwa eine Gasbrennwertheizung. Bei einem solchen Vergleich sind immer sämtliche Kosten für Wärmequelle, Pufferspeicher, Elektroinstallation und ggf. ein Zuschlag für die Flächenheizung auf der einen Seite sowie Hausanschluss, Abgasführung und Gasinstallation auf der anderen Seite zu berücksichtigen. Im Gegensatz zu Gas- oder Ölheizungen hängen die Investitionskosten bei Wärmepumpenanlagen ganz stark von der Leistung ab. Die Gesamtinvestitionskosten für eine Erdwärmepumpenanlage in einem Einfamilienhaus-Neubau können durchaus 25.000 € und mehr betragen. Angebote von Installateuren sind immer im Hinblick auf Vollständigkeit und Genauigkeit zu überprüfen. Die mittlere Lebensdauer des Aggregats liegt bei 15 bis 20 Jahren während eine Erdreichsonde oder ein Erdkollektor durchaus 40 Jahre und länger betrieben werden können.

Verbrauchskosten

Bei den Verbrauchskosten ist zu berücksichtigen, dass der Stromversorger für den Wärmepumpenstrom einen gesonderten Tarif auf Basis eines Sondervertrags anbietet, der deutlich unter den üblichen Haushaltsstrompreisen liegt. Häufig liegen die Preise für Wärmepumpenstrom zwischen 12 und 18 Cent pro kWh (brutto). Wenn pro 1 kWh Strom eine Wärmemenge von mindestens 3 kWh bereitgestellt wird, liegen die Betriebskosten bei Erd-



wärmepumpenanlagen für einen Einfamilienhaus-Neubau rund 50 % niedriger als bei einer Gasbrennwertanlage. Dies gilt für die aktuellen Preise der Energieträger.

Gesamtkosten

Macht man einen Gesamtkostenvergleich, bei dem die Kapitalkosten (Investition, Instandsetzung, Erneuerung), die Verbrauchskosten (Energiekosten inklusive Hilfsenergie), Betriebskosten (Wartung, Reinigung) und die sonstigen Kosten (Nebenkosten, Versicherung ...) berücksichtigt werden, liegen Wärmepumpenanlagen in etwa gleich auf mit modernen Öl- oder Gaszentralheizungen. Schwer vorherzusagen bleibt aber die künftige Preisentwicklung für die verschiedenen Energieträger.

Förderung

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) förderte Wärmepumpen im Auftrag des Bundesumweltministeriums bis Ende April 2010 mit einem Barzuschuss. Zurzeit sieht es nach einem Förderstopp bis Ende 2010 aus. Aktuelle Informationen zu diesem Förderprogramm findet man unter www.bafa.de.

Prüfung von Angeboten für Wärmepumpenanlagen

Folgende Fragen sollten bei der Prüfung konkreter Angebote geklärt bzw. mit dem Anbieter diskutiert werden:

1. Allgemeines

- Sind der Hersteller und das konkrete Modell genau benannt?
- Enthält der Gesamtpreis die Kosten für Material, Lohn, Planung und ggf. Drittleistungen wie die Bohrung und die Erstellung von Fundamenten?
- Prüfen Sie sehr günstige Angebote auf Vollständigkeit, indem Sie mit anderen Angeboten vergleichen.
- Handelt es sich um eine Komplettleistung aus einer Hand (Generalunternehmer)?
- Wenn nicht, müssen die Schnittstellen zwischen Wärmequelle, Installation des Aggregats im Haus und die Anbindung an die Wärmeverteilung genau definiert und die Zuständigkeiten formuliert werden.

2. Planung der Einbindung ins Gebäude

Für bestehende Gebäude:

- Hat eine Begehung des Gebäudes und die Aufnahme der Gebäudedaten ggf. durch Hinzuziehung von Planunterlagen stattgefunden?
- Wurde die Heizlast des Gebäudes berechnet und das Wärmepumpenaggregat entsprechend dimensioniert?
- Wurde der Warmwasserbedarf ermittelt?
- Wurden die baulichen Voraussetzungen im Hinblick auf das Gewicht des Speichers und den Aufstellort des Aggregats überprüft?
- Wurden die Außenwanddurchführungen genau festgelegt?
- Wurde die Notwendigkeit für einen Kondensatablauf und ggf. eine Kondensatpumpe geprüft?

3. Optimierung des Wärmeverteilungssystems

- Wurden alle Räume und Heizflächen aufgenommen?
- Wurden die Raumheizlasten, Volumenströme ermittelt und die Vorlauftemperatur berechnet?
- Erfolgte ggf. der Austausch einzelner Heizflächen?

- Wurde eine Neueinstellung der Vorlauftemperatur (Heizkurve) vorgenommen?
- Wurde die Voreinstellung der Thermostatventile und der Pumpenleistung vorgenommen?
- Erfolgte ggf. der Austausch der Pumpe und einzelner Ventile?
- Wurde das Ausdehnungsgefäß berechnet?
- Wurde die Rohrleitungsämmung überprüft?

Für Neubauten müssen die Punkte 2. und 3. in der Planungs- und Ausführungsphase berücksichtigt werden.

4. Planung und Dimensionierung der Wärmepumpe

- Ist die Betriebsweise (monovalent, bivalent) genau definiert?
- Gibt es eine schriftliche Vereinbarung zur erreichbaren Jahresarbeitszahl unter genannten Randbedingungen?
- Wurden mögliche Sperrzeiten des Stromversorgers berücksichtigt?
- Ist die Wärmequelle (Luft, Erdreich, Grundwasser) festgelegt und entsprechend der Heizlast berechnung dimensioniert?
- Wurde die Zulässigkeit von Erdreich- oder Grundwassererschließung geprüft (Wasserschutzgebiet)?
- Wurde bei einer Grundwasserwärmepumpe eine Wasseranalyse erstellt?
- Wurde die Ergiebigkeit des Grundwassers geprüft?
- Wurde bei einer Erdreichwärmepumpe ein Bodengutachten erstellt oder liegt eine Bodenkarte vor?
- Wurde die Bodenentzugsleistung berechnet?
- Wurde der Platzbedarf für die Bohrungen geprüft und besprochen?
- Wurde eine Genehmigung für die Wärmequelle (Brunnen oder Sonde) eingeholt?
- Gibt es eine genaue Leistungsbeschreibung seitens des Bohrunternehmens?
- Ist das Bohrunternehmen nach DVGW-Arbeitsblatt W 120 zertifiziert?
- Wurden Schallschutzfragen bei Luft-Wärmepumpen diskutiert und bei der Festlegung des Aufstellortes berücksichtigt?

- Wurde auf die Stromsondertarife des Stromversorgers verwiesen?
- Ist ein Wärmemengenzähler eingebaut?

5. Übergabe der Anlage

- Wurde ein Lageplan und eine ausführliche Dokumentation der Bohrung mit Verpressprotokoll und Druckprüfprotokoll der Sonden übergeben?

- Wurde die Dokumentation der Optimierung der Wärmeverteilung übergeben?
- Liegt eine Dokumentation aller relevanten Einstellwerte der Anlage (Temperaturen, System-einstellungen) vor?
- Wurden sämtliche Bedienelemente und deren Einfluss auf die Effizienz der Anlage erläutert?

Das Kapitel "Prüfung von Angeboten für Wärmepumpenanlagen" wurde mit Unterstützung folgender Verbände erstellt: Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik; Bundesverband Wärmepumpe; Zentralverband Sanitär Heizung Klima.

Theorie und Praxis

Die folgenden Abweichungen von den idealen Randbedingungen können die JAZ und damit die Effizienz der Wärmepumpenanlage deutlich reduzieren:

- Ein erhöhter Warmwasserbedarf
- Eine ständig laufende Warmwasserzirkulationspumpe
- Eine höher eingestellte Raumtemperatur (z.B. 22 statt 20 Grad)
- Eine veränderte Wärmeverteilung durch Abweichungen beim Bodenbelag auf Fußbodenheizungen
- Veränderungen an der Heizkurve, die die Vorlauftemperatur in Abhängigkeit von der Außentemperatur bestimmt
- Häufigeres Lüften als notwendig
- Beim Neubau eines Hauses schlechterer Dämmstandard ausgeführt als geplant
- Zu klein dimensioniertes Wärmepumpenaggregat
- Zu klein dimensionierte Wärmequelle
- Zu große Soleumwälzpumpe

Quelle: Christina Hönig, Wärmepumpen mit Flatrate?, TGA-Fachplaner 2-2010

Grundsätzlich gilt: eine Wärmepumpenanlage reagiert wesentlich sensibler auf Abweichungen von der optimalen Planung und Installation sowie auf Änderungen beim Nutzerverhalten als konventionelle Öl- oder Gaszentralheizungen.



Typische Fehler bei Planung und Installation

Die Wärmequellenanlage einer Erdreichwärmepumpe wird zu klein dimensioniert:

Damit sinken zwar die Investitionskosten und die Anlage wird scheinbar attraktiver. Allerdings steigen damit die Betriebskosten, da der Elektroheizstab häufiger einspringen muss. Außerdem hat dies zur Folge, dass dem Boden mehr Wärme entzogen wird als nachfließt. Die Folge ist eine permanente Vereisung und Unterkühlung des Bohrlochs. Bei horizontalen Erdabsorbern kann es zum "Permafrostboden" kommen. Die Arbeitszahl sinkt dann deutlich und der Stromverbrauch steigt entsprechend an.

Zu hohe Vorlauftemperatur des Heizsystems:

Hersteller und Installateure werben damit, dass ihre Anlagen auch höhere Temperaturen schaffen, weisen aber nicht daraufhin, dass die Anlagen dann zu viel Strom verbrauchen. Oft werden in der unteren Etage des Hauses Fußbodenheizungen und in der oberen Heizkörper installiert, so dass letztlich doch hohe Vorlauftemperaturen benötigt werden.

Zu hohe Temperatur bei der Warmwasserbereitung:

Die Nutzer werden zu wenig darauf hingewiesen wie wichtig eine geringe Temperaturdifferenz (Wärmequelle–Heizsystem) ist. Die Temperatur im Trink-Warmwasserspeicher sollte nicht höher als 50 °C eingestellt werden. Eventuell kann man eine Anti-Legionellenschaltung vorsehen, so dass der Warmwasserspeicher z.B. einmal pro Woche auf über 60 °C aufgeheizt wird, eventuell auch per Elektroheizstab.

Elektrische Durchlauferhitzer für die Warmwasserbereitung:

In diesem Fall steigt zwar die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe, die dann nur den Heizungsbetrieb erledigt. Die direkte elektrische Warmwasserbereitung braucht aber fast dreimal so viel Strom wie die über die Wärmepumpe, so dass die Gesamtbilanz dann schlechter ausfällt.

Zu große Soleumwälzpumpe:

Der Stromverbrauch steigt unnötigerweise, wenn keine Rohrnetzrechnung gemacht wurde. Soleumwälzpumpen haben in Einfamilienhäusern Leistungen von bis zu 1.000 Watt und lange Laufzeiten.

Fehlender hydraulischer Abgleich im Heizsystem und bei den Bohrlöchern:

Wozu ein hydraulischer Abgleich grundsätzlich dient, wird unter 'Gesamtkonzept und Dimensionierung' erklärt. Bei den vertikalen Erdsonden (oder auch bei den Feldern mit horizontalen Absorbern) werden ohne diesen Abgleich einzelne Bohrlöcher stärker durchströmt als andere und kühlen dadurch möglicherweise zu stark aus.

Sauerstoffeintritt in den Grundwasserkreis:

Grundwasser ist in der Regel mehr oder weniger stark eisenhaltig. Kommt es auf dem Weg vom Saugbrunnen zum Schluckbrunnen mit Sauerstoff in Berührung, oxidiert es, und es entsteht Eisenschlamm (Ocker). Wärmetauscher und Schluckbrunnen können verstopfen. Um das zu verhindern, müssen die Rohrleitungen dicht sein, und das Wasser muss unterhalb des Wasserpegels des Schluckbrunnens eingeführt werden. Der Wasserkreis sollte auch nach Abstellen der Pumpe nicht abreißen.

In manchen Angeboten sind die **Kosten für die Erdarbeiten nicht enthalten** oder es gibt einen Hinweis wie „Erdarbeiten bauseits“. Dies führt zu erheblichen Zusatzkosten, die unbedingt zu berücksichtigen sind.



Ökologische Bewertung

Wenn man Wärmepumpen unter ökologischen Gesichtspunkten mit anderen Heizsystemen vergleichen und bewerten will, muss man in erster Linie den Gesamtenergieaufwand, den Schadstoffausstoß und den CO₂-Ausstoß betrachten, angefangen von der Gewinnung, der Umwandlung und dem Transport der Energieträger bis hin zur Bereitstellung der Nutzwärme im Haus.

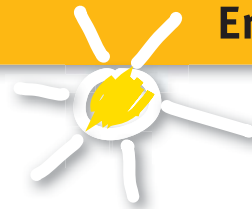
Der Energieträger Strom trägt schon einen großen Rucksack an Energieverlusten und Schadstoffen mit sich, wenn er ins Haus kommt. Dies liegt am schlechten Wirkungsgrad des deutschen Kraftwerksparks von knapp 40 %. So liegt der CO₂-Ausstoß für 1 kWh Strom in Deutschland zurzeit bei 633* g. Im Vergleich dazu ist der CO₂-Ausstoß für 1 kWh Erdgas mit 244* g und für umgerechnet 1 kWh Heizöl mit 302* g deutlich niedriger.

* Institut für Wohnen und Umwelt (IWU), Kumulierter Energieaufwand und CO₂-Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger und -versorgungen, 14.1.2009

Bezieht man den Nutzungsgrad der Wärmepumpe (Jahresarbeitszahl) und der klassischen Öl- und Gaskessel im Haus mit ein, kann zumindest die Erdwärmepumpe beim CO₂-Ausstoß einen Vorteil von 20 bis 30 % verbuchen, wenn die Anlage genau dimensioniert und sorgfältig installiert ist und wenn die Jahresarbeitszahl vernünftige Werte von 3,5 oder mehr erreicht. Bei einer Luftwärmepumpe geht dieser Vorteil aufgrund der schlechteren Jahresarbeitszahl jedoch meist verloren.

Insgesamt kann eine Wärmepumpenanlage bei sinnvollem Gesamtkonzept und guter Planung und Installation ökologisch durchaus Vorteile bringen. Sie ist jedoch nicht die ökologische Allzweckwaffe zu der sie von manchem Anbieter oder Stromversorger stilisiert wird. Wenn man bei der Stromerzeugung künftig immer mehr auf regenerative Energien setzt, können die Vorteile jedoch zunehmen.





Energiesparen lohnt sich! Wir zeigen wie's geht.

Zusammenstellung der wichtigsten Hinweise

- Gebäude und Wärmepumpe müssen gut aufeinander abgestimmt sein. Das Haus sollte gut gedämmt sein und die Wärmeverteilung über eine Fußboden- oder Wandheizung erfolgen.
- Die Heizlast des Gebäudes sollte entsprechend den Regeln der Technik genau berechnet werden.
- Als Wärmequelle kommen in erster Linie das Erdreich oder das Grundwasser in Frage.
- In hoch wärmegeprägten Passivhäusern ist der Einsatz von Luftwärmepumpen in Kombination mit der Lüftungsanlage sinnvoll.
- Die Warmwasserbereitung sollte ebenfalls über die Wärmepumpe erfolgen.
- Bei Bohrungen ist vorab eine Genehmigung bei der unteren Wasserbehörde einzuholen. Bei Erdkollektoren reicht meist eine Mitteilung.
- Bohrfirmen sollte man nach DVGW-Zertifizierung und Referenzobjekten fragen.
- Eine ausführliche Dokumentation der Bohrung sollte erfolgen.
- Auf eine genaue Planung und Auslegung bestehen.
- Einen hydraulischen Abgleich für die Wärmequelle und die Wärmeverteilung durchführen lassen.
- Auf jeden Fall einen Wärmemengenzähler einbauen und eine Jahresarbeitszahl vertraglich zusichern lassen. Nach dem Einbau die Jahresarbeitszahl durch regelmäßiges Zählerablesen prüfen.
- Bei allen Fragen im Vorfeld die unabhängige Energieberatung der Verbraucherzentralen nutzen.

©Verbraucherzentrale Bundesverband e.V. (vzbv) Energieteam, Markgrafenstraße 66, 10969 Berlin

Die Herausgabe dieser Broschüre wurde gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

2. Auflage Juni 2010

Terminvereinbarung und Telefonberatung unter

0 900 1-3637443 (0,14 EUR/Min. aus dem deutschen Festnetz,
abweichende Preise für Mobilfunkteilnehmer)
0 900 1-ENERGIE (0,14 EUR/Min. aus dem deutschen Festnetz,
abweichende Preise für Mobilfunkteilnehmer)

Gefördert durch das



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie