

Heiztechnik für Neubauten

*Fortschrittliche Heiztechnik für Häuser
mit niedrigem Wärmebedarf*



Aufteilung des Energieverbrauchs

Aufteilung des Energieverbrauchs

Beim Energieverbrauch privater Haushalte spielt der Anteil der zur Wärmeerzeugung aufgewendeten Energie die entscheidende Rolle: Auf Heizung und Warmwasser entfallen zusammen fast 90% des Energieverbrauchs. Der Energieverbrauch für Licht und Hausgeräte hat eine wesentlich geringere Bedeutung als vielfach angenommen.

Ein Drittel der in der Bundesrepublik Deutschland jährlich produzierten CO₂-Emissionen wird durch die Bereitstellung von Wärme zur Beheizung von Gebäuden erzeugt. Die Emissionsminderung im Bereich der Gebäudeheizung gehört daher zu den Zielvorgaben der Enquete-Kommission des deutschen Bundestages "Schutz der Erdatmosphäre" sowie der nationalen Selbstverpflichtung einer 25%igen CO₂-Reduzierung bis 2005 – gegenüber 1990.

Eine effiziente und umweltschonende Heiztechnik kann einen wichtigen Beitrag dazu leisten, Energieverbrauch und Umweltbelastung nachhaltig zu senken.

Abnehmender Wärmebedarf

Während der letzten Jahre konnten im Wohnungsbau erhebliche Fortschritte zur Reduzierung des Heizwärmebedarfes erreicht werden. So liegt der Jahres-Heizwärmebedarf für ein Einfamilienhaus im Gebäudebestand bei mehr als 200 kWh/(m² • a), während vergleichbare Neubauten, die nach der Wärmeschutz-Verordnung (WSchV) von 1995 gebaut werden, nur noch ca. 90 kWh/(m² • a) benötigen.

Der Heizwärmebedarf eines Wohnhauses resultiert im wesentlichen aus Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten. Mit immer besserer Wärmedämmung wird der Transmissionswärmebedarf geringer und der Anteil des Lüftungswärmebedarfs gewinnt an Bedeutung.



Bild 1: Leipzig-Knautheim – eine Siedlung aus 28 Reihenhäusern in Niedrigenergiebauweise

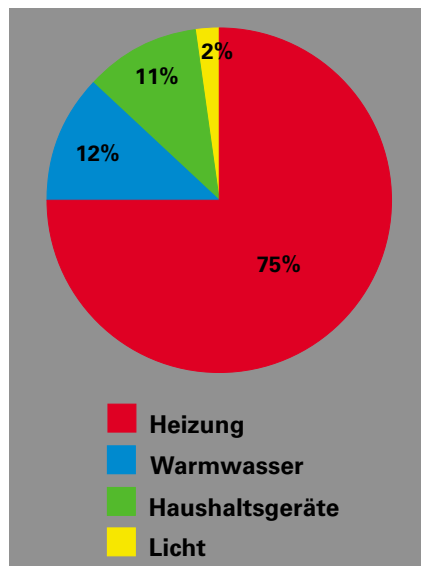


Bild 2: Aufteilung des Endenergieverbrauchs in privaten Haushalten

Energie-Einsparverordnung EnEV

In Gebäuden, die nach den Vorgaben der WSchV'95 errichtet werden, beträgt der Anteil des Lüftungswärmebedarfs am gesamten Heizwärmebedarf bereits 50% – im Niedrigenergiehaus ist der Anteil noch größer (Bild 3).

Obwohl die Definition eines Niedrigenergiehauses (NEH) auf keiner rechtlichen Grundlage beruht, kann davon ausgegangen werden, dass der nach der WSchV 1995 maximal zulässige Energiebedarf im Niedrigenergiehaus noch einmal um 25 bis 30% unterschritten wird. Damit hat ein Einfamilien-Niedrigenergiehaus einen Heizwärmebedarf von weniger als 70 kWh/(m² • a), ein Mehrfamilien-NEH von unter 55 kWh/(m² • a). Dieser Wert entspricht dem Wärmeinhalt von rund 5,5 Litern Heizöl oder 5,5 m³ Erdgas.

Energie-Einsparverordnung EnEV

Die Wärmeschutz-Verordnung begrenzt für Neubauten den Jahres-Heizwärmebedarf bzw. den Wärmedurchgangskoeffizienten für Außenbauteile. Ab 2002 fasst die Energie-Einsparverordnung (EnEV) die bauphysikalischen und anlagentechnischen Vorgaben zusammen und weist als Ergebnis einen Primärenergiebedarf aus. Damit bietet die EnEV den neuen Ansatz, Bauphysik und Heizungsanlagentechnik nicht getrennt, sondern gemeinsam zu betrachten: Der Primärenergiebedarf kann auch in einem weniger gut wärmedämmten Haus unter dem zulässigen Grenzwert gehalten werden, wenn eine entsprechend gute Heizungsanlagentechnik gewählt wird. Andererseits kann ein sehr gut gedämmtes Haus mit einer weniger aufwändigen Heiztechnik auskommen, wobei in diesem Fall allerdings die Möglichkeiten der technischen Gebäudeausrüstung nur eingeschränkt genutzt werden.

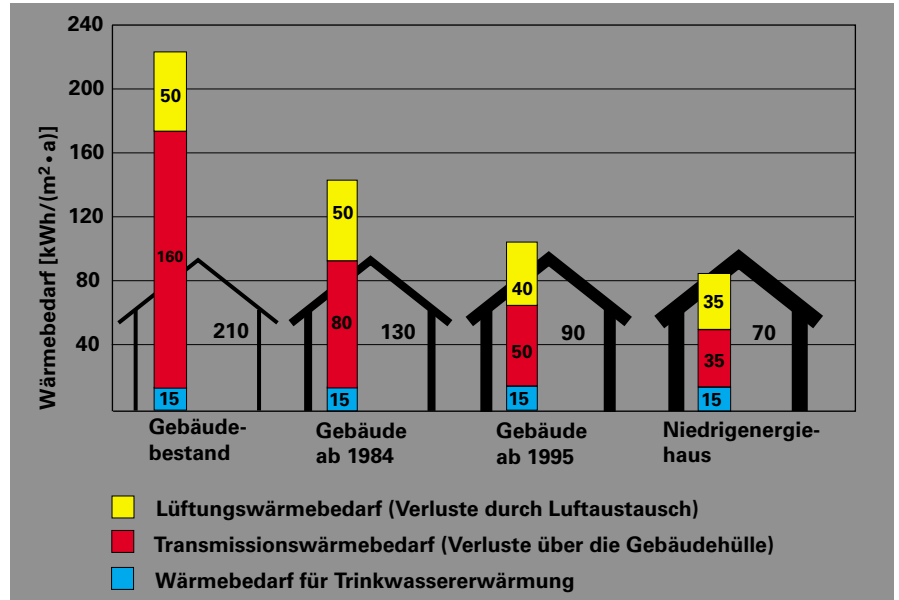


Bild 3: Entwicklung des Heizwärmebedarfs (Einfamilienhaus, 3 bis 4 Personen, 150 m² Nutzfläche, A/V = 0,84) in Abhängigkeit des Baustandards

Durch die EnEV wird die Umsetzung von Primärenergie in Endenergie (Verluste bei Förderung, Transport, Veredelung) und die Umwandlung der Endenergie (Heizenergie) in Heizwärme (Wirkungsgrad der Heizungsanlagentechnik) in die Betrachtung einbezogen: Während bei der Verbrennung von Heizöl oder Erdgas die Primärenergie zu mehr als 80% in Heizwärme umgesetzt wird (einschließlich der Transport- und Umwandlungsverluste (Raffinerie), beträgt der Primärenergiewirkungsgrad bei Stromheizungen wegen des geringen Kraftwerks-Wirkungsgrades nur 34%. Ein Argument mehr, sich intensiv mit der Erzeugung der Heizwärme zu beschäftigen.



Bild 4: Einfamilienwohnhaus in Niedrigenergiebauweise

Merkmale von Niedrigenergiehäusern

- Sehr gute Wärmedämmung, Vermeidung von Wärmebrücken.
- Gebäudedichtheit (nachgewiesen durch blower-door-Test)
- Dem jeweiligen NEH genau angepasste moderne Wärmeerzeuger wie Niedertemperatur- oder Gas-Brennwertkessel, aber auch Wärmepumpen mit hoher Leistungszahl sowie thermische Solaranlagen für die Trinkwassererwärmung
- Wohnungslüftungs-System für die kontrollierte Wohnungslüftung
- Benutzerfreundliche Bedienung
- Nutzung solarer Wärmegewinne.

Abkürzungen aus Bild 5:

- e_P = Anlagenaufwand
- Q_P = Primärenergiebedarf
- Q_H = Heizwärmebedarf
- Q_{TW} = Trinkwasserwärmebedarf
- Q_S = Solare Wärmegewinne
- Q_i = Interne Wärmegewinne
- Q_L = Lüftungswärmeverluste
- Q_T = Transmissionswärmeverluste
- Q_A = Abgasverluste
- Q_V = Verteilverluste

Berechnung des Anlagenaufwands:

$$e_P = \frac{Q_P}{Q_H + Q_{TW}}$$

Wärmebilanz:

$$Q_H = Q_T + Q_L - (Q_i + Q_S)$$

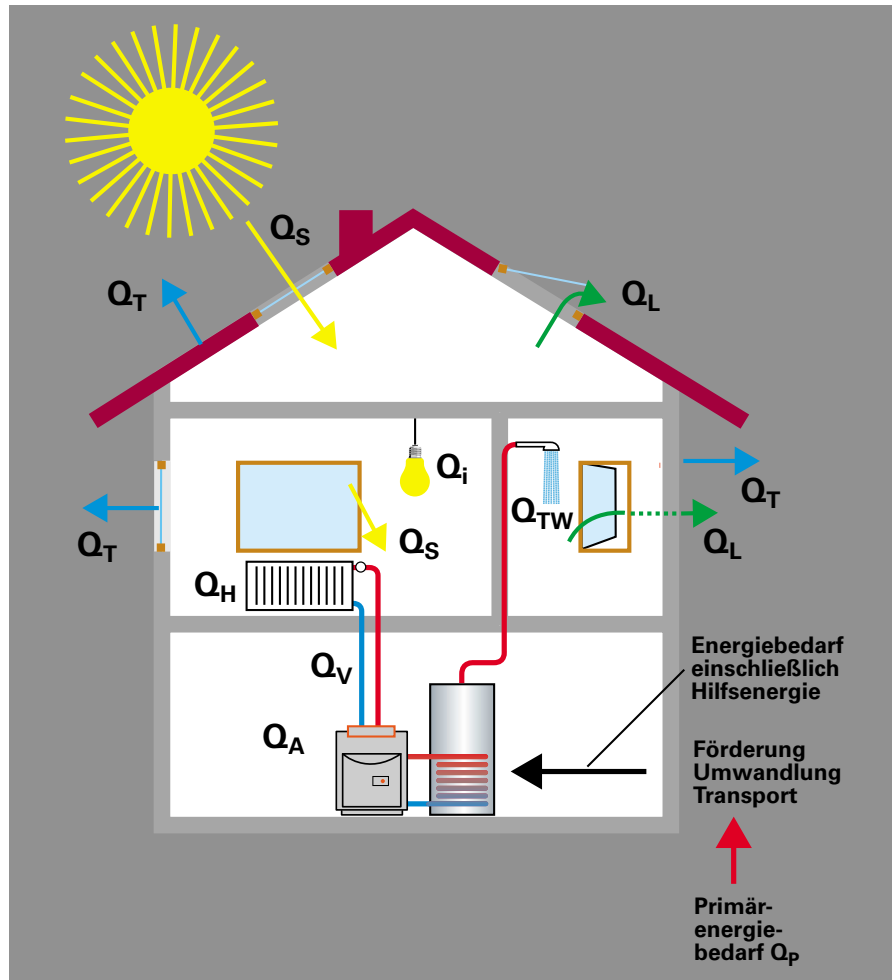


Bild 5: Primärenergiebedarf sowie Wärmegewinne und -verluste eines Einfamilienwohnhauses

Bild 6: Egal ob Neu- oder Altbau – die Auswirkungen der EnEV sind weitreichend



Niedertemperatur- und Brennwertkessel

Ein wesentlicher Bestandteil einer effizienten Wärmeerzeugung in Neubauten sind öl- oder gasbefeuerte Niedertemperatur- oder Brennwertkessel mit witterungsgeführter oder wärmebedarfsgeführter Regelung.

Moderne Niedertemperatur- und Brennwertkessel werden mit gleitend abgesenkter Kesselwassertemperatur betrieben, die jeweils dem Wärmebedarf des Gebäudes angepasst wird. Die hohen Nutzungsgrade moderner Niedertemperatur-Heizkessel von über 90% werden dadurch erreicht, dass die Oberflächenverluste nur 2 bis 3% betragen. Entscheidend für die geringeren Verluste ist das gleitend abgesenkte Temperaturniveau des Heizkessels, zusätzlich wirkt sich die hochwirksame Verbund-Wärmedämmung moderner Heizkessel positiv aus.

Ein Betrieb mit bedarfsgerecht abgesenkter Kesselwassertemperatur setzt den Einsatz einer modernen Regelung voraus, um den jeweils aktuellen Wärmebedarf zu ermitteln und als Führungsgröße für die Kesselwassertemperatur einzusetzen.

Einen noch günstigeren Nutzungsgradverlauf weisen Brennwertkessel auf. Bei diesen Wärmeerzeugern steigt der Nutzungsgrad gerade bei geringen Auslastungen nochmals deutlich an.

Zur Erklärung: Bei der Verbrennung von Erdgas und Heizöl entsteht Wasser, das bei konventionellen Heizkesseln als Wasserdampf über den Schornstein an die Umgebung abgegeben wird (pro verbranntem m³ Erdgas entstehen theoretisch ca. 1,6 kg Wasser, pro Liter Heizöl etwa 0,9 Liter Wasser).

Eine Kondensation des Wasserdampfes ist bei Niedertemperatur-Heizkesseln unerwünscht, da Heizkessel und Schornstein feucht würden. Deshalb ist bei Niedertemperatur-Systemen eine Mindestabgastemperatur einzuhalten, die oberhalb des Taupunktes liegt (Beginn der Wasserdampfkondensation bei der Verbrennung von Erdgas: 57°C, bei Heizöl 47°C).

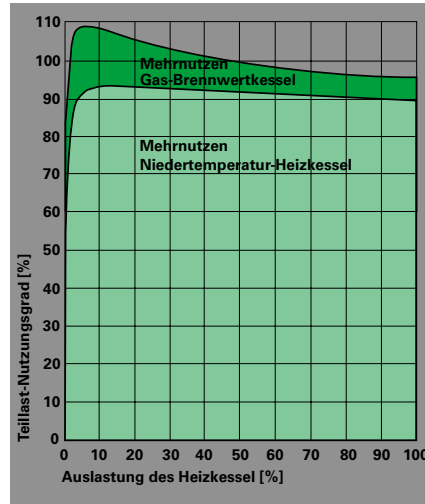


Bild 7: Teillast-Nutzungsgrade für verschiedene Heizkessel in Abhängigkeit der Kesselauslastung für Niedertemperatur- und Brennwertkessel

Anders sieht die Sache bei Brennwertgeräten aus: Hier ist die Kondensation ausdrücklich gewollt, Heizkessel und Schornsteinanlage besitzen spezielle Konstruktionsmerkmale und sind werkstoffseitig angepasst, so dass das Kondenswasser keinen Schaden anrichten kann. Damit besteht die Möglichkeit, die latente Wärme, die im Wasserdampf des Heizgases steckt, durch Kondensation innerhalb des Heizkessels zurückzugewinnen. Während bei Niedertemperatur-Heizkesseln dem System die Verdampfungswärme für das entstehende Reaktionsprodukt Wasser über den Schornstein verlorengelht, wird sie bei Brennwertgeräten durch Kondensation zurückgewonnen.

Um die verschiedenen Heizsysteme weiterhin vergleichbar zu machen, wird als Bezugsgröße (Vergleichsgröße) der Heizwert H_i des Brennstoffes beibehalten. Da sich H_i auf eine vollständige Verbrennung ohne Kondensation bezieht, ergibt sich das Kuriosum, dass Brennwertgeräte einen Nutzungsgrad über 100% erreichen können, da bei ihnen der Brennwert (H_s) durch die Kondensation genutzt werden kann.



Bild 8: Gas-Brennwert-Wandkessel Vitodens 200 mit Inox-Radial-Heizflächen und Matrix-compact-Gasbrenner

Es liegt auf der Hand, dass die Kondensation um so besser abläuft, je niedriger die Kesselwassertemperatur ist. Daraus ergibt sich der besonders gute Nutzungsgrad bei geringen Kesselauslastungen bzw. niedrigen Rücklaufemperaturen.

Brennwertgeräte sind sowohl für Radiatoren als auch für Fußbodenheizungen geeignet. Da die Taupunkttemperatur für die Bildung von Kondenswasser bei der Erdgasverbrennung bei ca. 57°C liegt, lässt sich auch für konventionelle Heizsysteme (Auslegung 75/60°C) bei Außentemperaturen bis weit unter den Gefrierpunkt ein Brennwertnutzen erzielen. Damit werden auch für diese Anwendungen Nutzungsgrade deutlich über 100% erzielt.

Die Entscheidung, welcher Energieträger eingesetzt werden soll, hängt von den Randbedingungen ab. Ist kein Gasanschluss vorhanden, so stellt ein Öl-Niedertemperatur- oder Öl-Brennwertkessel die beste Lösung dar.

Öl-Brennwertkessel

Wegen des hohen Schwefelgehalts im Heizöl war die Brennwerttechnik für Heizöl bisher noch nicht zuverlässig einsetzbar. Mit der inzwischen erfolgten flächendeckenden Einführung einer schwefelarmen Heizölqualität (Schwefelgehalt < 50 ppm statt 2000 ppm bei normalem Heizöl) haben sich die Voraussetzungen geändert. Erst das schwefelarme Heizöl ermöglicht die Öl-Brennwerttechnik: Das Kondenswasser ist deutlich weniger sauer und die Verschmutzungen der Heizflächen werden erheblich verringert.

Trotz des verringerten Schwefelanteils im Brennstoff ist zur Zeit der Einsatz einer Neutralisationseinrichtung vorgeschrieben. Je nach Betriebsweise können pro Liter verbranntem Heizöl 0,6 bis 0,7 Liter Kondenswasser anfallen.

Der neue Vitoplus 300 erfüllt als kompakter, raumluftunabhängiger Öl-Brennwert-Wandheizkessel alle vorgenannten Voraussetzungen, um der Öl-Brennwerttechnik am Markt einen größeren Stellenwert zu verschaffen.

Der Inox-Radial-Federwendel-Wärmetauscher – aus Edelstahl Rostfrei – ist den besonderen Anforderungen der Verbrennung von schwefelarmem Heizöl angepasst. Die konstruktive Gestaltung verhindert eine Aufkonzentration des Kondenswassers. Für die Wartung kann der Inox-Radial-Federwendel-Wärmetauscher auf 8 mm Reinigungsspalt zwischen den einzelnen Wendeln entspannt werden. Aufgrund der entstehenden Verbrennungsrückstände (Ruß und Schwefel) wird eine halbjährliche Inspektion und jährliche Wartung empfohlen. Aufgrund der Brennwertnutzung erreicht der Vitoplus 300 einen Norm-Nutzungsgrad bis 104%.

Der zusätzliche Brennwertnutzen bei Heizöl ist geringer als der bei der Erdgas-Verbrennung. Während bei Heizöl gegenüber herkömmlicher Niedertemperaturtechnik etwa 5% zusätzliche Energieausbeute erreicht werden, liegt der Gewinn bei der Erdgas-Verbrennung bei rund 10%.

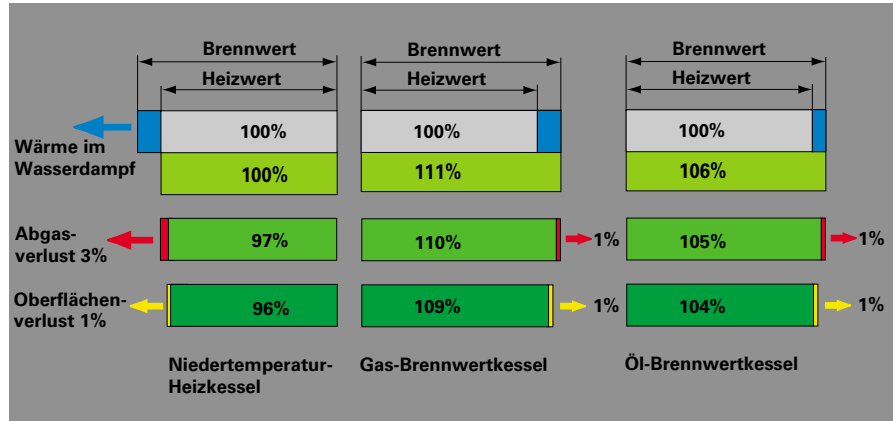


Bild 9: Unterschied zwischen Heiz- und Brennwert (Erdgas/Heizöl)



Bild 10: Öl-Brennwert-Wandkessel Vitoplus 300



Bild 11: Inox-Radial-Heizfläche aus Edelstahl Rostfrei

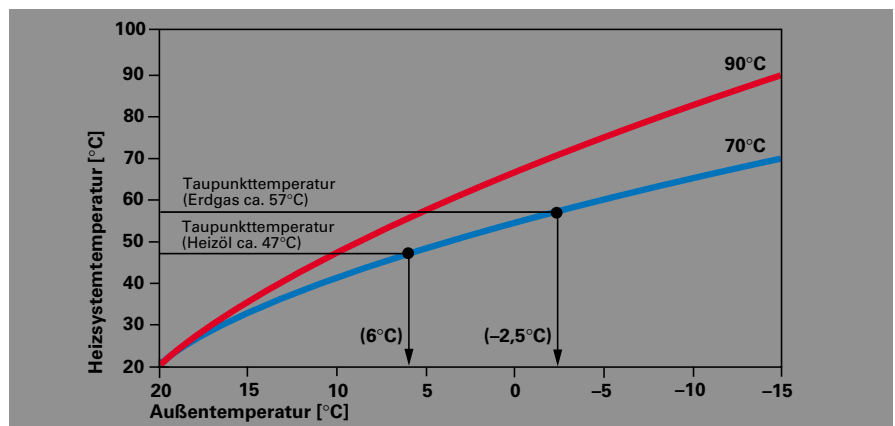


Bild 12: Vorlauf-/Rücklauf-Temperatur in Abhängigkeit der Außentemperatur, Brennwertnutzen

Sonnenenergie

In unseren Breiten liegt die Solarstrahlung, also die Summe aus direkter und diffuser Sonnenstrahlung, unter optimalen Bedingungen bei max. 1,0 kW/m². Sonnenkollektoren können diese Energie auffangen und bis zu 75% der Solarstrahlung in Wärme umsetzen.

Ein Solarsystem aus abgestimmten Komponenten kann 50 bis 60% des jährlichen Energiebedarfs zur Trinkwassererwärmung von Ein- und Zweifamilienhäusern decken. In den Sommermonaten reicht die Sonnenenergie sogar aus, um die Trinkwassererwärmung vollständig zu übernehmen. Der Heizkessel schaltet sich ab.

Bauarten von Sonnenkollektoren

Für die Ausstattung eines Ein- oder Mehrfamilien-Niedrigenergiehauses werden Flach- oder Vakuum-Röhrenkollektoren eingesetzt. Das Funktionsprinzip ist im Wesentlichen bei allen Varianten identisch. Sonnenstrahlung trifft auf eine selektiv wirkende Absorberschicht, die möglichst viel dieser Strahlung in Wärme umwandelt. Ein Wärmeträgermedium (Wasser-Frostschutz-Gemisch) kühlt den Absorber und transportiert die gewonnene Wärme zum Speicher-Wassererwärmer.

Der Flachkollektor Vitosol 100 besteht aus einer selektiv beschichteten Absorberfläche mit integrierten Rohren. Ein Wasser-Frostschutz-Gemisch strömt durch die Rohre, nimmt die Wärme auf und leitet sie zum Speicher-Wassererwärmer.

Flachkollektoren lassen sich problemlos auf dem Dach aufbauen oder darin integrieren.

Vakuum-Röhrenkollektoren wie Vitosol 200 und Vitosol 300 besitzen evakuierte Glasröhren. Dadurch wird der Wärmeverlust weiter reduziert. Der Wirkungsgrad ist bei diesem Kollektortyp generell höher als bei Flachkollektoren. Bei diesen Kollektoren sind die Röhren einzeln drehbar. Sie können also optimal zur Sonne ausgerichtet werden.

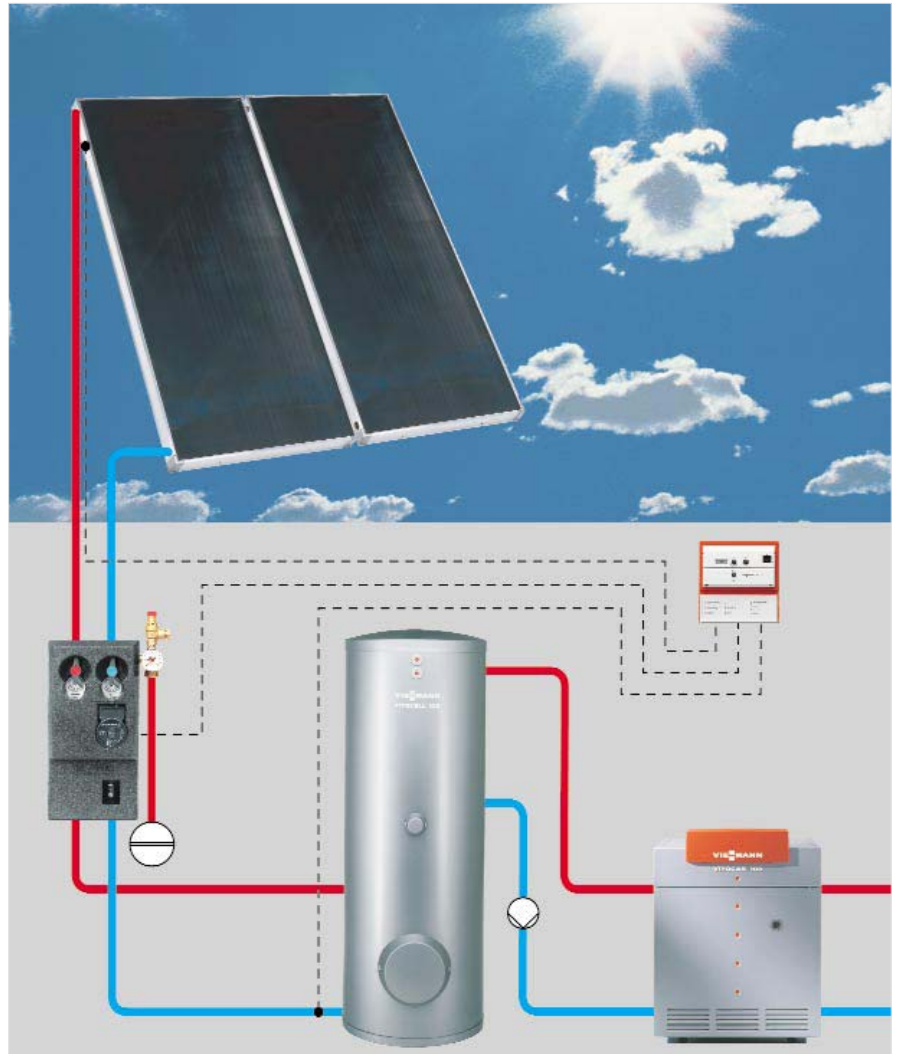


Bild 13: Heizkessel, bivalenter Speicher-Wassererwärmer, Solaranlage und Regelung in einem Niedrigenergiehaus

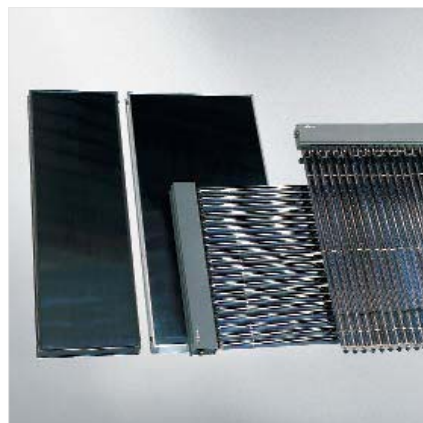


Bild 14: Viessmann Sonnenkollektoren Vitosol

Auslegung der Sonnenkollektoren

Auch die richtige Regelung gehört dazu

Eine Anlage zur Nutzung der Sonnenenergie kann ihre optimale Wirkung und eine lange Nutzungsdauer nur mit einer speziell angepassten Regelung entfalten.

Eine Solarregelung mit Temperatursensoren misst die Kollektor- und Speichertemperatur und schaltet, wenn die Kollektortemperatur um einen eingestellten Differenzwert höher ist als die Speichertemperatur, eine Umwälzpumpe ein. Dadurch wird das Wärmeträgermedium im geschlossenen Kreislauf umgewälzt und der Speicher-Wassererwärmer erwärmt. In der Pumpstation sind Sicherheitsvorrichtungen wie das Sicherheitsventil integriert und das Ausdehnungsgefäß angeschlossen.

Für die solare Trinkwassererwärmung werden in der Regel bivalente Speicher-Wassererwärmer, also Speicher mit zwei integrierten Heizwendeln, eingesetzt. Mit der unteren Heizwendel wird die Solarwärme aus dem Wärmeträgermedium auf das Trinkwasser übertragen. Ist die Sonneneinstrahlung nicht ausreichend, wird über die obere Heizwendel mit einem konventionellen Wärmeerzeuger nachgeheizt.

Auslegung

Der Warmwasserbedarf liegt durchschnittlich zwischen 30 und 50 Litern (45 Grad) pro Tag und Person. Die Wassererwärmung verursacht einen erheblichen Anteil der Heizkosten. Im Gebäudebestand sind dies 10 bis 15%, bei Niedrigenergiehäusern kann der Energiebedarf für die Trinkwassererwärmung jedoch bis zu 30% des gesamten Energiebedarfs ausmachen, da der Warmwasserverbrauch seit vielen Jahren in etwa konstant ist. Der Heizwärmebedarf von Niedrigenergiehäusern dagegen fällt im Vergleich zum Gebäudebestand sehr gering aus (Bild 3).

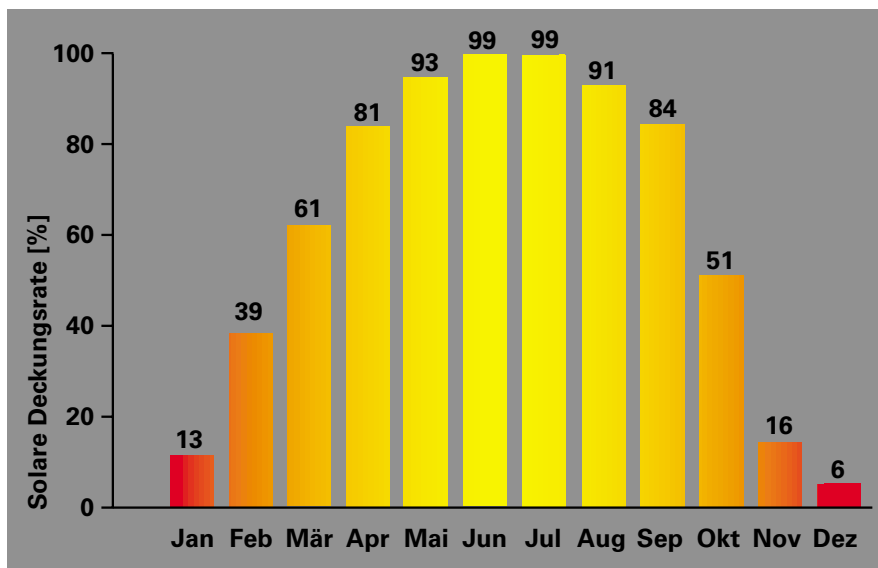


Bild 15: Solare Deckungsrate

Grundsätzlich sollte eine Solaranlage zur Trinkwassererwärmung hinsichtlich der Kollektorgroße so bemessen sein, dass im Sommer kein Wärmeüberschuss produziert wird. Eine größere Kollektorfläche würde die solare Deckungsrate im Jahresmittel kaum steigern, da in den Sommermonaten Überschusswärme produziert würde, die nicht genutzt werden könnte. Der typische Verlauf einer solaren Deckungsrate im Jahreslauf ist in Bild 15 wiedergegeben. Mit dieser Auslegung lassen sich im Jahresmittel 50 bis 60% der zur Trinkwassererwärmung notwendigen Wärme solar erzeugen.

Wichtig für eine größtmögliche Energieaufnahme der Kollektoren ist deren Ausrichtung. Optimale Ergebnisse werden bei einer Orientierung gen Süden erzielt, Abweichung von 20 Grad aus der Südrichtung haben nur einen geringen Einfluss (Minderung um 2%). Abweichungen bis 45 Grad sind akzeptabel. Der günstigste Kollektor-Neigungswinkel gegenüber der Erdoberfläche beträgt 30 bis 45 Grad und entspricht damit typischen Dachneigungen.

Wirtschaftlichkeit und Ökologie

Bei einer jährlichen solaren Deckungsrate von 60% können in einem 4-Personen-Haushalt jährlich ca. 300 m³ Gas bzw. 300 Liter Heizöl eingespart werden. Dies führt zu einer Reduzierung der CO₂-Emission von etwa 600 kg (Erdgas) bzw. 780 kg (Heizöl) pro Jahr. Auch die übrigen umweltschädlichen Emissionen wie SO₂ und NO_x werden entsprechend der solaren Deckungsrate gesenkt.

Wärmepumpen

Wärmepumpen nutzen die im Erdreich, im Grundwasser oder in der Luft gespeicherte Sonnenwärme mit Hilfe geringer Mengen an Zusatzenergie (in der Regel Strom) für Heizwärme. Moderne Wärmepumpen sind so effizient, dass sie ganzjährig als Wärmelieferant sowohl für Heizzwecke als auch zur Trinkwassererwärmung eingesetzt werden können.

Physikalisches Prinzip

Die Wirkungsweise einer Wärmepumpe beruht darauf, der Umwelt (Erdreich, Grundwasser, Luft) Wärme zu entziehen und diese auf ein höheres Temperaturniveau anzuheben, so dass sie zur Wohnungsheizung und Trinkwassererwärmung genutzt werden kann. Als Stand der Technik gelten derzeit Elektro-Wärmepumpen, deren Funktionsweise der eines Kühlschranks entspricht.

Bei der Wärmeaufnahme aus der Umwelt befindet sich das flüssige Arbeitsmedium bei geringem Druck auf der Primärseite (kalte Seite) im Verdampfer (Nr. 1 in Bild 16). Das außen am Verdampfer anstehende Temperaturniveau der Wärmequelle ist höher als die Siedetemperatur des Arbeitsmediums, so dass das Arbeitsmedium verdampft und der Umgebung dabei Wärme entzieht. Das Temperaturniveau kann dabei durchaus unterhalb von 0°C liegen.

Der Verdichter (Nr. 2 in Bild 16) saugt das verdampfte Arbeitsmedium aus dem Verdampfer ab und verdichtet es, dabei steigt die Temperatur des Dampfes (analog einer Fahrradluftpumpe beim Druckaufbau).

Vom Verdichter gelangt das dampfförmige Arbeitsmedium auf der Sekundärseite (warme Seite) in den Kondensator (Nr. 3 in Bild 16), der vom Heizwasser umspült ist. Die Temperatur des Heizwassers ist niedriger als die Kondensationstemperatur des Arbeitsmediums, so dass der Dampf abgekühlt und dabei wieder verflüssigt wird.

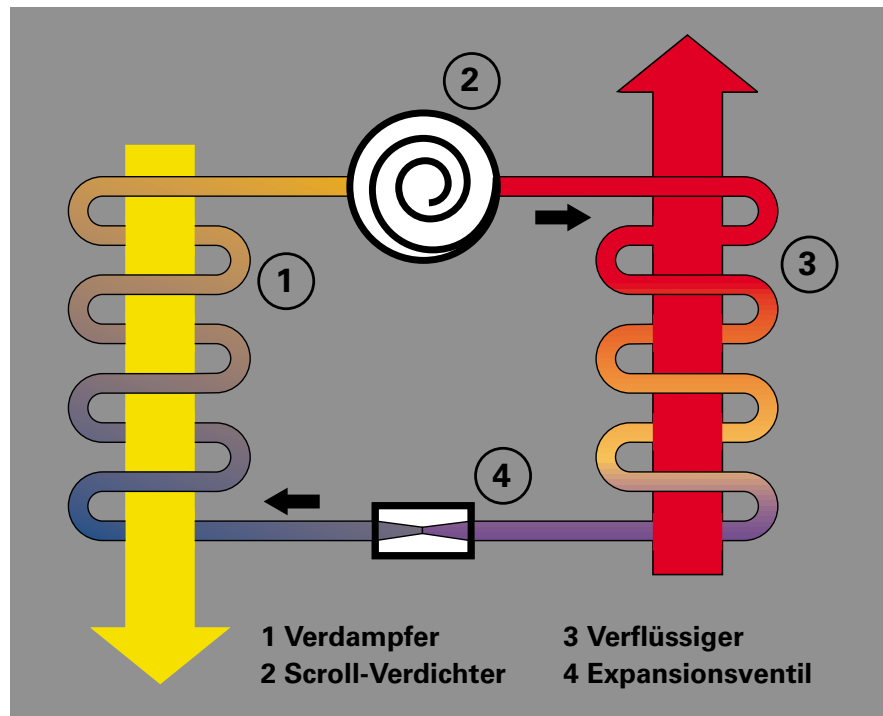


Bild 16: Funktionsschema einer Wärmepumpe

Die im Verdampfer aufgenommene Wärme sowie die zusätzlich durch das Verdichten zugeführte Energie werden dabei an das Heizwasser abgegeben.

Danach wird das Arbeitsmedium über ein Expansionsventil (Nr. 4 in Bild 16) in den Verdampfer zurückgeführt. Dabei wird es vom hohen Druck des Kondensators auf den niedrigen Druck des Verdampfers entspannt. Der Kreislauf ist geschlossen.

Für den Betrieb des Verdichters wird in der Regel Strom aus dem öffentlichen Netz genutzt. Bei Verwendung von regenerativ erzeugtem Strom, den Energieversorger teilweise speziell für Wärmepumpen anbieten, kann so die Heizwärme vollständig regenerativ erzeugt werden.



Bild 17: Sole/Wasser-Wärmepumpe Vitocal 300, Typ BW

Damit stellt die Wärmepumpe neben der Solartechnik und der Nutzung von Holz als Brennstoff das einzige Heizsystem dar, das eine CO₂-arme Erzeugung von Wärme ermöglicht.

Moderne mit Strom betriebene Wärmepumpen beziehen etwa drei Viertel der zum Heizen erforderlichen Energie aus der Umwelt, das restliche Viertel wird als Strom für den Antrieb des Verdichters bezogen. Da diese elektrische Energie letztlich auch in Wärme umgewandelt wird, kann sie für Heizzwecke genutzt werden. Aus dem Verhältnis von abgegebener Heizwärme (einschließlich der aus der Stromzufuhr entstandenen Wärme des Verdichters) zur eingesetzten Energie (Strombezug) ergibt sich die Leistungszahl (in diesem Fall $(3 + 1) / 1 = 4$), die die Effektivität der Wärmepumpe beschreibt.

Wärmequellen

Für die Nutzung der Umgebungswärme stehen die Wärmequellen Erdreich, Wasser und Umgebungsluft zur Verfügung.

Die im Erdreich gespeicherte Sonnenenergie kann entweder über großflächig horizontal verlegte Erdkollektoren oder über Erdsonden, die durch entsprechende Bohrungen senkrecht in eine Tiefe von bis zu 100 m eingebracht werden, genutzt werden. Als Arbeitsmedium wird dabei in der Regel Sole (Gemisch aus Wasser und Frostschutzmittel) eingesetzt. Diese Variante stellt in Deutschland die häufigste Lösung dar.

Außerdem ist es möglich, Wärme aus Grundwasser (Brunnen) zu beziehen. In diesem Fall wird aus einem Förderbrunnen Wasser entnommen und nach dem Wärmeentzug in einen Schluckbrunnen zurückgeführt.

Bei Nutzung der Außenluft als Wärmequelle wird diese über einen Luftkanal angesaugt, in der Wärmepumpe abgekühlt und wieder an die Umgebung abgegeben. Dieses Prinzip ist für Umgebungslufttemperaturen bis minus 15°C anwendbar.

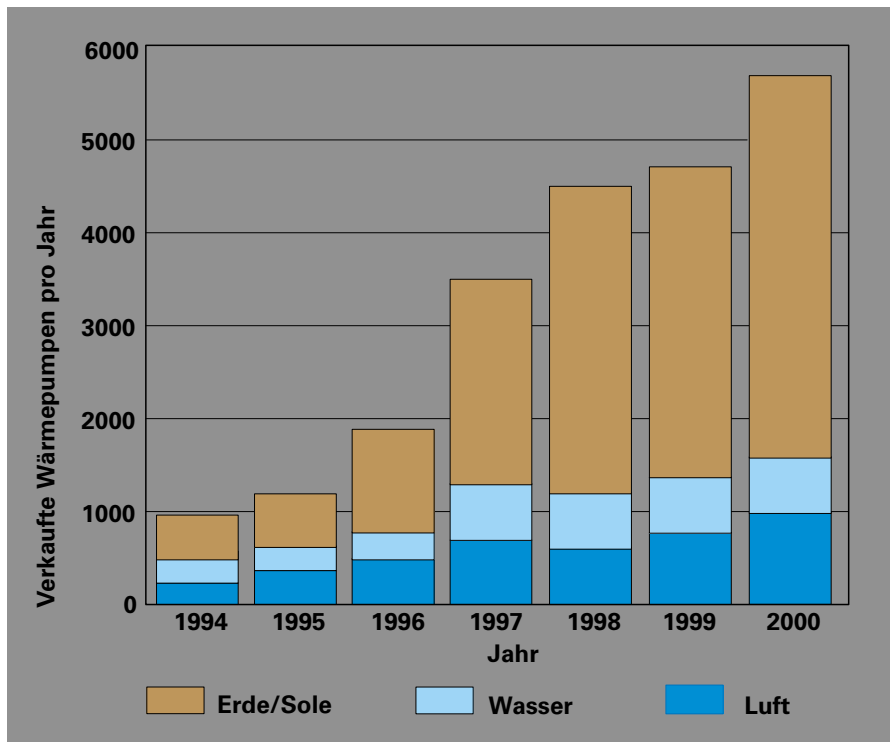


Bild 18: In Deutschland jährlich neu installierte Wärmepumpen

Compliant-Scroll-Verdichter

Das Herzstück einer Wärmepumpe ist der Verdichter, der für die Anhebung des Temperaturniveaus von der kalten Seite (Wärmequelle) zur warmen Seite (Heizkreis) sorgt. Moderne Compliant-Scroll-Verdichter unterscheiden sich von Hubkolbenverdichtern vorangegangener Wärmepumpengenerationen durch Langlebigkeit und hohe Laufruhe. Sie gelten als Industriestandard in Europa, Japan und den USA und sind bereits über 12 Mio. mal erfolgreich im Einsatz. Durch die vollhermetische Abdichtung des Verdichters wird ein wartungsfreier Betrieb über viele Jahre sichergestellt.

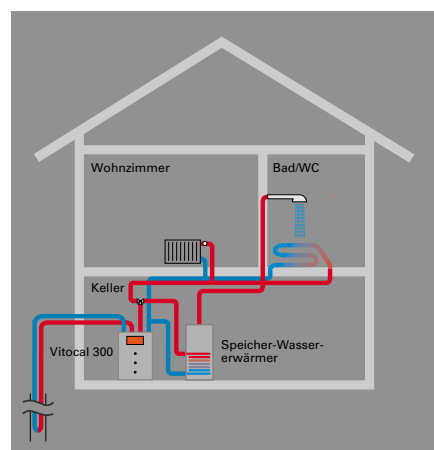


Bild 19: Nutzung der Erdwärme – Vitocal 300, Typ BW mit Erdsonde

Wohnungslüftung

Aufgrund der guten Wärmedämmung geht in Neubauten, insbesondere in Niedrigenergiehäusern nur noch wenig Heizwärme über Wände und Fenster verloren (Transmissionswärmeverluste). Der Heizwärmebedarf eines Niedrigenergiehauses wird damit zu einem wesentlichen Teil durch die Lüftung beeinflusst.

Es wird davon ausgegangen, dass mindestens ein 0,5-facher Luftwechsel zur Erhaltung der Bausubstanz und für hygienische Luftverhältnisse notwendig ist. Das bedeutet, dass die Raumluft mindestens alle zwei Stunden vollständig ausgewechselt werden sollte. Die bisher dafür praktizierte Lüftung durch Öffnen der Fenster ist kaum kontrollierbar und steht der erwünschten Energieeinsparung im Niedrigenergiehaus entgegen.

Der Lüftungswärmebedarf beträgt beim Niedrigenergiehaus mehr als 50% des gesamten Heizwärmebedarfs. Um den Heizenergiebedarf bei optimalem Luftaustausch möglichst gering zu halten, ist es notwendig, ein System zur kontrollierten Wohnraumlüftung einzusetzen. Diese Anlagen sollen die Bewohner beim energiesparenden Lüften unterstützen.

Durch moderne Lüftungs-Systeme kann in der Heizperiode auf das Öffnen von Fenstern verzichtet werden. Die Raumluft wird permanent und gleichmäßig ausgetauscht, der Heizwärmebedarf sinkt durch die integrierte Wärmerückgewinnung.

Der Einbau von Wohnungslüftungen wird daher in der WSchV 95 und in der neuen Energieeinspar-Verordnung berücksichtigt. Je nach Ausführung werden durch den Einbau von Wohnungslüftungs-Systemen die Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz graduell verringert.

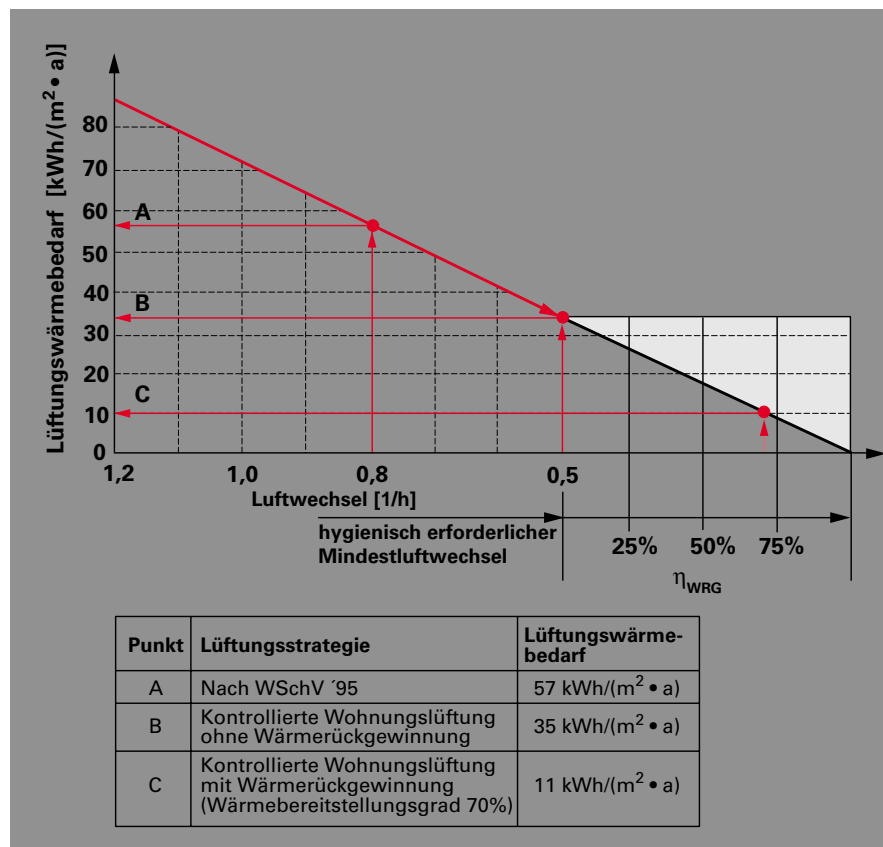


Bild 20: Lüftungswärmebedarf



Bild 21: Vitovent 300 Wohnungslüftungs-System mit Wärmerückgewinnung optional mit Luftvorwärmung

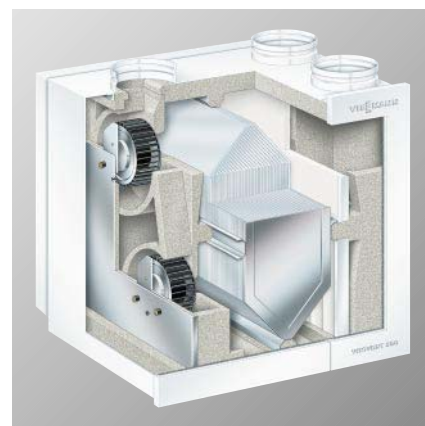


Bild 22: Schnitt durch das Lüftungsgerät Vitovent 300

Systemintegration

Das zentrale Zu- und Abluftsystem mit Wärmerückgewinnung Vitovent 300 führt die Abluft über einen Wärmeaustauscher. Dort wird die kalte Außenluft von der Abluft erwärmt. So kann bis zu 90% der Wärme zurückgewonnen werden.

Derartige Systeme helfen, die Raumluft ständig frisch zu halten und wirken einer Überfeuchtung der Raumluft entgegen. Der Heizenergieverlust ist dabei äußerst gering, da die Wärme der Abluft zurückgewonnen wird. Geruchs- und Schadstoffe werden abgeführt, der Verbreitung von Schimmel und Hausstaubmilben wird verhindert.

Die richtige Balance zwischen der Raumtemperatur und der relativen Raumluftfeuchte wird durch ein Wohnungslüftungs-System erreicht und das wiederum sorgt für behaglichen Wohnkomfort (Bild 24).

Das Viessmann Wohnungslüftungs-System Vitovent 300 ist zusätzlich mit einem Pollenfilter (Filterklasse F6) versehen, um die mit Luft versorgten Wohnräume auch für Allergiker angenehmer zu machen.

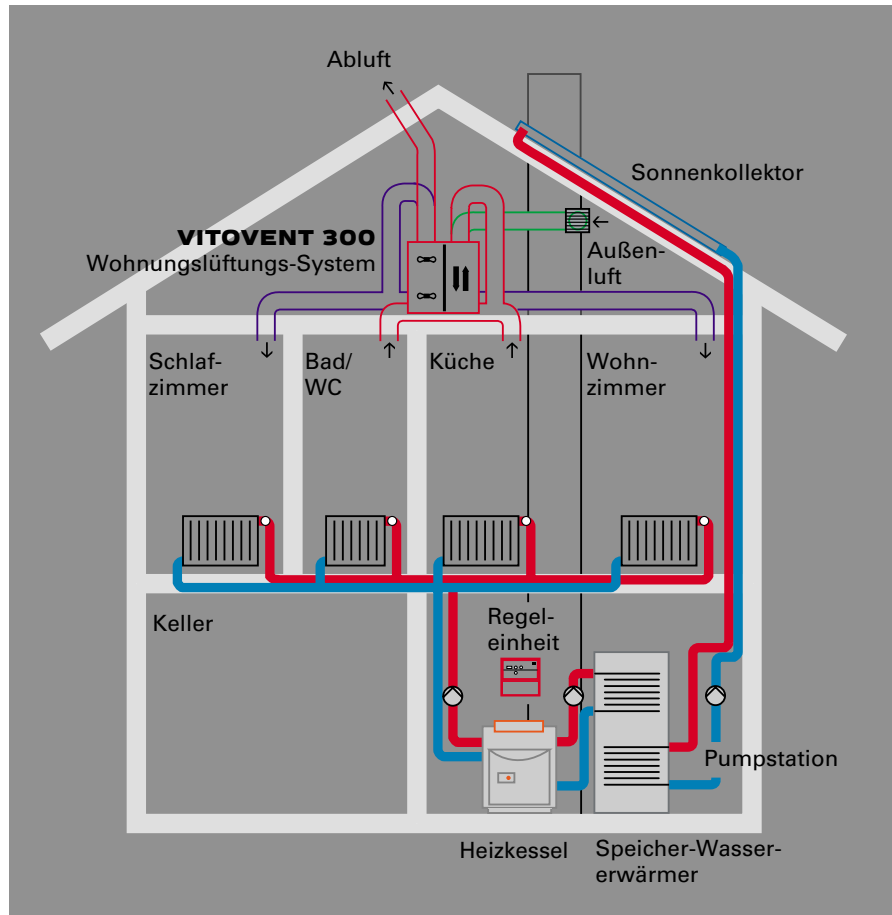


Bild 23: Integriertes System mit Vitovent 300, Heizkessel, Speicher-Wassererwärmer und Regelung

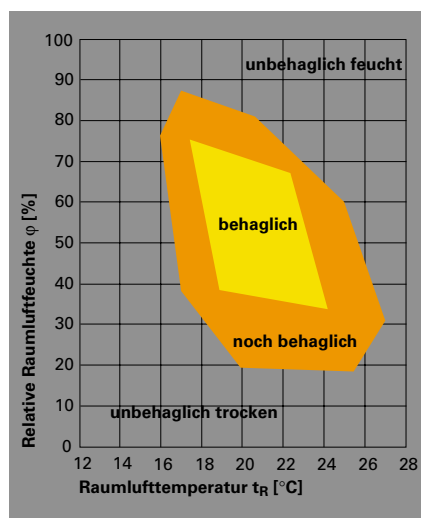


Bild 24: Behaglichkeitsfeld

Bauplanung

Der Einbau einer Wohnungslüftungsanlage sollte bereits bei der Gebäudeplanung berücksichtigt werden. Die optische Integration sowie die Montagearbeiten werden damit deutlich vereinfacht. Die Integration der Lüftungsanlage in das Gebäude muss sorgfältig geplant werden. Günstig ist eine möglichst kurze, unverzweigte und strömungsgünstige Ausführung der Lüftungskanäle.

Flachkanäle bieten die Möglichkeit, besonders raumsparende und kostengünstige Installationen innerhalb der gedämmten Gebäudehülle vorzunehmen, da sie einfach in den Fußbodenaufbau und in Zwischenwänden integriert werden können.

Die Häuser müssen eine möglichst luftdichte Hülle aufweisen, damit die erwartete Energieeinsparung tatsächlich eintritt und zusätzliche unkontrollierte Lüftungswärmeverluste durch Infiltration von Außenluft durch Gebäudeundichtigkeiten vermieden werden.

Bauschäden aufgrund einer Durchfeuchtung der Gebäudehülle können dadurch wirksam verhindert werden. Eine Einregulierung der Luftmengen, die die Lüftungsanlage liefert, erfolgt bei der Inbetriebnahme. Erfahrungsgemäß wird bei einem 0,5-fachen Luftwechsel, bezogen auf die gesamte Wohnfläche, die Behaglichkeit vom Benutzer als gut beurteilt.

Die Abluft von Küchen-Dunstabzugshauben sollte aus hygienischen Gründen nicht über die Abluftkanäle der Lüftungsanlage geleitet werden.



Bild 25: Vitovent 300 Wohnungslüftungs-System mit Wärmerückgewinnung und Luftvorerwärmung sorgt im Sommer und Winter für ein behagliches Raumklima, reduziert den Lüftungswärmebedarf und senkt die Heizkosten



Bild 26: Schneller, einfacher und platzsparender Einbau der gesamten Luftverteilung

Systemvergleich

Aus den beschriebenen Möglichkeiten zur Wärmeerzeugung und zur Belüftung ergeben sich verschiedene Anlagenvarianten. Am Beispiel eines Einfamilienhauses (Bild 27) werden im Folgenden einige Varianten verglichen.

Primärenergieverbrauch

Der Vergleich der einzusetzenden Primärenergie macht deutlich, dass verschiedene Heizsysteme trotz gleichem Wärmebedarf des Gebäudes sehr unterschiedliche Primärenergiebedarfswerte verursachen (Bild 28).

Brennwerttechnik ist aufgrund des zusätzlichen Kondensationswärmegewinns und der geringen Abgas-temperatur primärenergetisch effizienter als die Niedertemperatur-technik. Bei Einsatz einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung wird ein Großteil der Wärme aus der Abluft genutzt, dies sorgt für einen Anteil regenerativer Energie am Gesamtenergieverbrauch. Wärmepumpen verursachen den geringsten Verbrauch an fossilen Brennstoffen, obwohl der Wirkungsgrad der Stromerzeugung vergleichsweise gering ist und deshalb der extrem geringe Endenergieverbrauch nicht auf den Primärenergiebedarf übertragen werden kann (der Umwandlungswirkungsgrad von Primärenergie zu Endenergie "Strom" liegt bei ca. 34%). Eine direkte Beheizung mit Strom ist deshalb aufgrund des niedrigen Kraftwerks-Wirkungsgrades primärenergetisch ungünstig.



Bild 27: Einfamilienwohnhaus in Niedrigenergiebauweise: Kenngrößen für den Systemvergleich

Gebaut nach WSchV' 95, 150 m²
A/V = 0,84

Spezifischer Heizwärmebedarf:
70 kWh/(m² • a)

Jährlicher Heizwärmebedarf:
10500 kWh/a

Trinkwasser-Wärmebedarf:
1875 kWh/a

Heizung:

- Fußbodenheizung (Ausnahme bei Elektroheizung)
- Verteilung im beheizten Bereich
- 6 h/d Zirkulationsbetrieb für Warmwasser (Ausnahme bei Durchlauferhitzern)

Lüftungssystem:

- Abluftsystem:
- Luftwechselrate 0,5 1/h
- Wärmerückgewinnung:
- Wärmebereitstellungsgrad 70%

Solarsystem:

- Solare Deckungsrate 55%

Wärmepumpe:

- Sole/Wasser, Jahresarbeitszahl 4

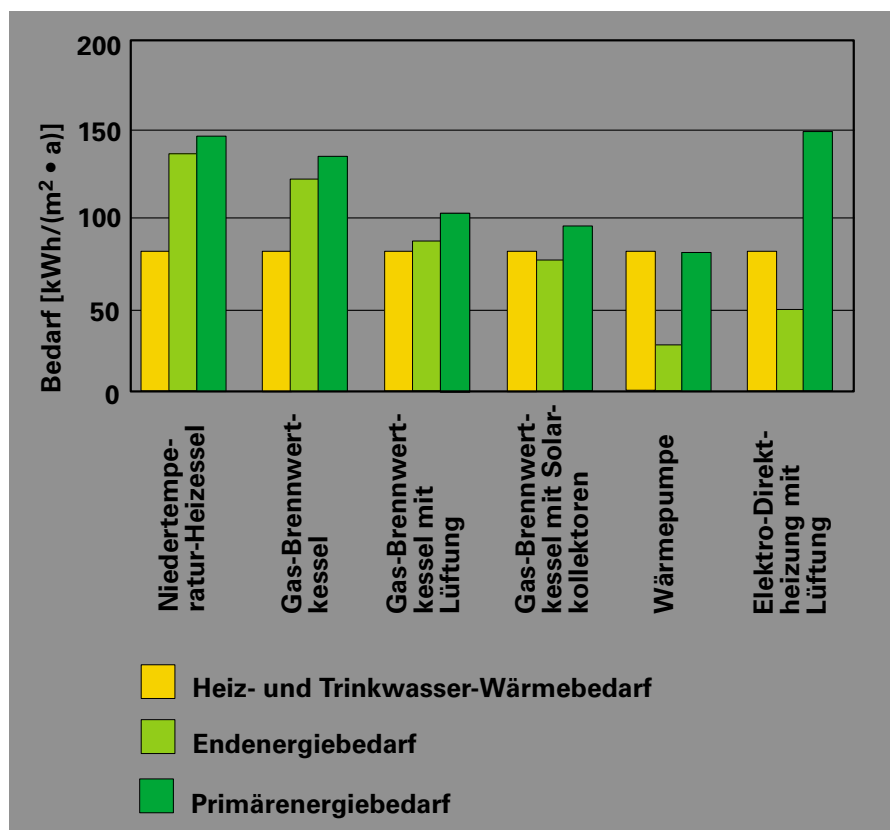


Bild 28: Vergleich des Primärenergiebedarfs

Kosten

Wichtig für die Entscheidungsfindung ist auch die jährliche Kostenbelastung. Ausgehend vom Energieverbrauch ergeben sich die Verbrauchskosten, zusätzlich sind Betriebskosten wie Wartung etc. sowie die jährliche Abschreibung zu berücksichtigen.

Die Verbrauchskosten sind natürlich abhängig vom Energiepreis und in der Beispielrechnung auf Basis von 0,38 €/l Heizöl, 0,38 €/m³ Erdgas bzw. 0,12 €/kWh Strom (tagsüber) sowie 0,06 €/kWh (Nachtstrom) errechnet.

Umwelt

Energiesparendes Bauen und Heizen kann einen wichtigen Beitrag zur notwendigen CO₂-Reduzierung und damit zum Schutz der Erdatmosphäre leisten. Die Bundesregierung erwartet aus dem Bereich Kleinverbraucher und Haushalte eine CO₂-Minderung von 40% bis zum Jahre 2005. Es ist daher auch in einem bestens wärmedämmten Haus nicht gleichgültig, mit welchem Energieträger geheizt wird, wenn man eine CO₂-Reduzierung erreichen will.

Ausschlaggebend sind die richtige Anlagentechnik und der Einsatz wenig CO₂-verursachender Energieträger. Kohlenstoffreiche und wasserstoffarme Brennstoffe verursachen zwangsläufig eine höhere CO₂-Emission als Brennstoffe mit niedrigem Kohlenstoff- und höherem Wasserstoffgehalt. Die Verbrennung von Heizöl verursacht eine CO₂-Emission von 0,26 kg/kWh, die Verbrennung von Erdgas 0,2 kg/kWh, also 23% weniger.

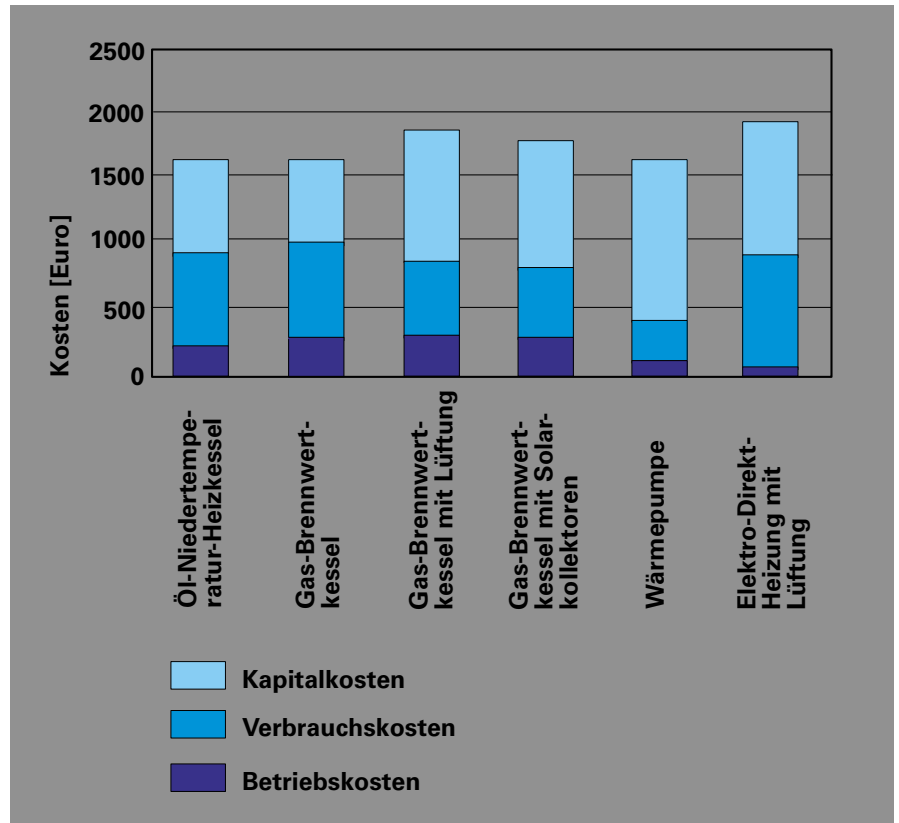


Bild 29: Vergleich der jährlichen Kosten

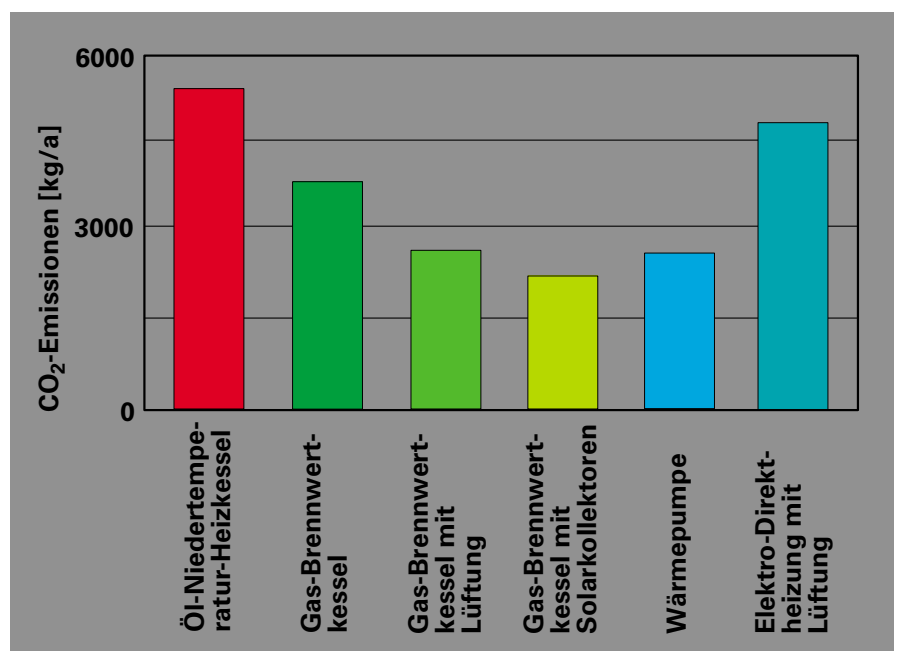


Bild 30: Vergleich der jährlichen CO₂-Emissionen

Beim Einsatz von Strom wird nach dem deutschen Kraftwerksmix die mit Abstand höchste CO₂-Emission von 0,60 kg/kWh (Quelle: VDEW-GEMIS) verursacht. Die Gegenüberstellung macht deutlich, dass sich CO₂ in erheblichem Maße einsparen lässt, wenn der richtige Brennstoff zur Anwendung kommt.

Eine weitere Maßnahme zur Kostensenkung und CO₂-Minderung ist die Nutzung des Brennwertes mit geeigneten modernen Heizkesseln. Brennwertkessel entziehen den Heizgasen Kondensationswärme, wobei der Nutzungsgrad bei Verwendung eines Brennwertkessels um bis zu 10% gesteigert werden kann.

Beispiele ausgeführter Niedrigenergiehäuser zeigen, dass im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit Öl- und Gas-Heizungen vorteilhaft sind und dass daher auf den direkten Einsatz von Strom für Heizzwecke verzichtet werden sollte.

Eine Studie belegt, dass Heizsysteme aus Gas-Brennwerttechnik und Solar Kollektoren zusammen mit modernen Sole/Wasser-Wärmepumpen (Leistungszahl größer 3) die geringste Menge Primärenergie verbrauchen und damit die emissionsärmsten Heizsysteme sind (Bild 31).

Systemtechnik

Die Viessmann Produktpalette bietet für Fachhandwerk und Bauherren die Möglichkeit, unter verschiedenen Arten der Wärmeerzeugung (von fossilen Brennstoffen über Solarenergie bis zur Umweltwärme) frei auszuwählen. Die Vitotec Systemtechnik garantiert, dass alle Komponenten zueinander passen. So lassen sich Wärmeerzeuger, Sonnenkollektoren, Lüftungsanlage und Speicher-Wassererwärmer problemlos kombinieren, außerdem bietet Viessmann auch das gesamte Zubehör an.

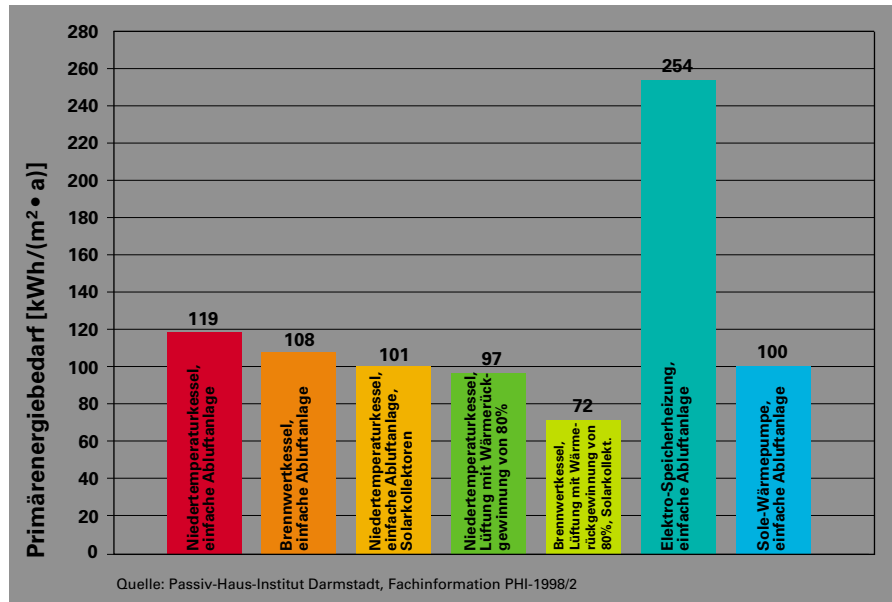


Bild 31: Heizsysteme im Niedrigenergiehaus – Primärenergiebedarf Heizung und Warmwasser (Quelle: Passiv-Haus-Institut Darmstadt, Fachinformation PHI-1998/2)

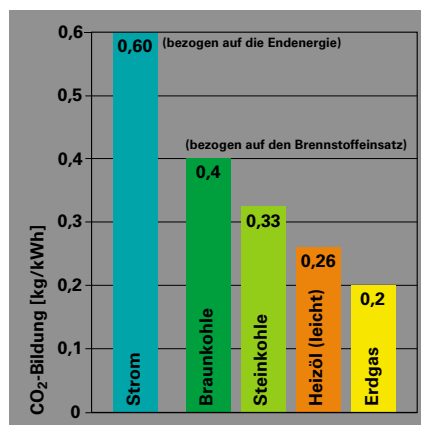


Bild 32: Spezifische CO₂-Emission verschiedener Energieträger (Quelle: VDEW-GEMIS 2001)



Bild 33: Systemtechnik Niedrigenergiehaus

Auch die richtige Regelung gehört dazu

Regelungstechnik

Eine effiziente Energieausnutzung verlangt die Kombination von technisch aufeinander abgestimmten Systemkomponenten. Die Heizungsregelung ist ein wichtiger Baustein, um den Anforderungen an moderne Heizungsanlagen hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Umweltfreundlichkeit und Bedienungskomfort gerecht zu werden. Für den Niedertemperatur- oder Brennwertbetrieb werden moderne Regelungen eingesetzt, die auf Basis der Außentemperatur und einstellbarer Gebäudekennwerte die optimale Vorlauftemperatur regeln und hohen Bedienungskomfort bieten.

Zusätzlich zur zentralen Regelung sorgen Thermostatventile an den Heizkörpern für die gewünschte Raumtemperatur. Thermostatventile berücksichtigen zusätzliche Wärmequellen und drosseln die Wärmeabgabe des Heizkörpers automatisch, wenn der Raum z. B. durch Sonneneinstrahlung die gewünschte Raumtemperatur überschreitet.

Für einen verantwortungsvollen Umgang mit Energie und Umwelt liefert Viessmann für alle Systemkomponenten die richtige Regelung. Die ständig steigenden Möglichkeiten der Mikroelektronik werden dazu genutzt, die Bedienung so einfach und selbsterklärend zu gestalten, dass Fehlbedienungen praktisch ausgeschlossen werden. Gleiches gilt auch für die Montage der Regelungskomponenten: Codierungen beugen Verwechslungsgefahren vor, Zusatzkomponenten werden automatisch erkannt und in den Regelkreis integriert.

Für Wartungs- und Servicearbeiten können Computersysteme genutzt werden – sei es zu Diagnosezwecken vor Ort oder zur Kommunikation mit Servicedienstleistern oder Anlagenbetreibern (Ferndiagnose, Fernbedienung).

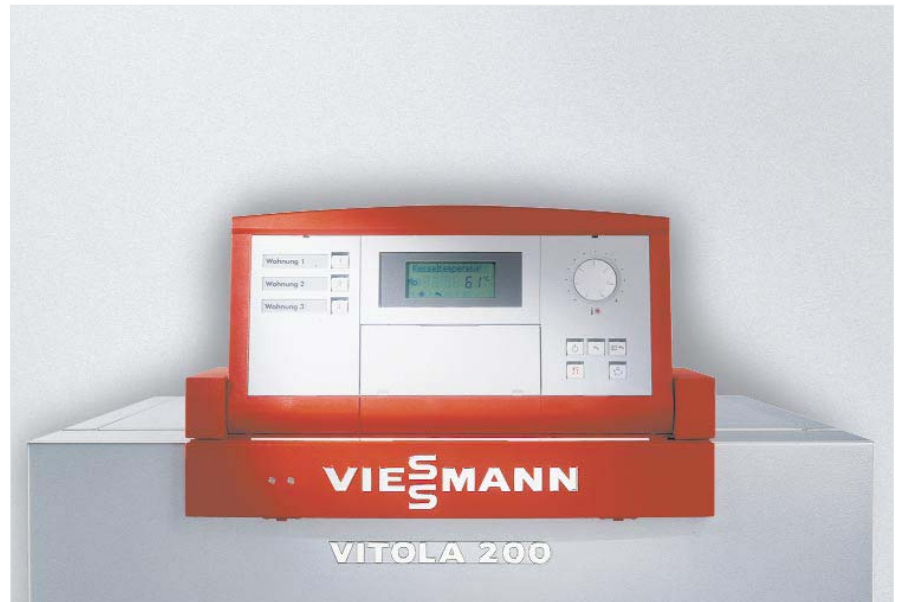


Bild 34: Heizkreisregelung Vitotronic 300 für Anlagen mit zwei oder mehreren Heizkreisen



Bild 35: Heizkörper mit Thermostatventil



Bild 36: Die bewährte Optolink Laptop-Schnittstelle erleichtert Wartung und Service

Trinkwassererwärmung

Der Leistungsbedarf von Niedrigenergiehäusern für Heizung und Lüftung liegt bei etwa 40 W/m². Nach WSchV 95 sind es 50 W/m². Für die Beheizung eines Hauses mit 150 m² Wohnfläche wäre für den kältesten Tag eine Heizleistung von 6 kW bzw. 7,5 kW bereits ausreichend.

Die Leistung des Heizkessels sollte sich jedoch nicht am Gebäude-Wärmebedarf allein, sondern auch am Bedarf für eine komfortable Warmwasserbereitung orientieren.

Der Warmwasserbedarf liegt durchschnittlich zwischen 30 und 50 Litern pro Tag und Person. Im Gebäudebestand sind dies 10 bis 15%, bei Niedrigenergiehäusern kann der Energiebedarf für die Trinkwassererwärmung jedoch bis zu 30% des gesamten Energiebedarfs ausmachen. Beim Komfort interessieren vor allem die schnelle Verfügbarkeit von warmem Wasser und kurze Füllzeiten für ein Wannen-Vollbad.

Für die zentrale Trinkwasserbereitung sprechen Wirtschaftlichkeit, Komfort und Umweltschonung. Trinkwasserbereitung und -speicherung mit moderner Heiztechnik reduziert die Gesamtkosten auch unter Einbeziehung der Anlagenkosten gegenüber dezentraler, elektrischer Trinkwasserbereitung. Haushaltsgeräte wie Geschirrspül- und Waschmaschine können mit durch Solaranlagen vorgewärmtem Wasser betrieben werden, was die Laufzeiten und den Stromverbrauch der Geräte senkt. Damit vermindern sich wiederum die Emissionen.

Speicher-Wassererwärmer sind leicht mit bestehenden Heizsystemen zu kombinieren und damit eine ideale Methode der Trinkwasserbereitung und gleichzeitigen Energiespeicherung. Die Größe und Bauart des Speicher-Wassererwärmers beeinflusst auch den Wohnkomfort: er muss die Möglichkeit bieten, warmes Wasser in größeren Mengen ohne lange Wartezeit zu liefern.



Bild 37: Das Vitocell Programm – energiesparende und komfortable Warmwasserbereitung durch zentrale Speicher-Wassererwärmer von 80 bis 1000 Liter Inhalt

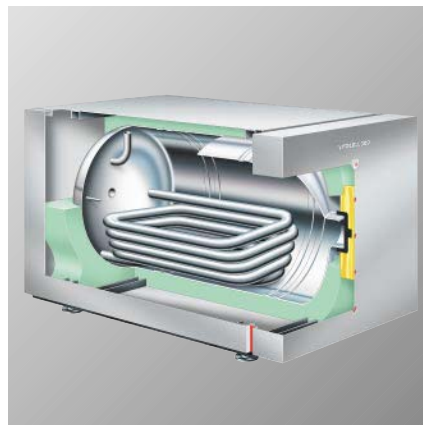


Bild 38: Vitocell-H 300 – Speicher-Wassererwärmer aus Edelstahl Rostfrei

Speicher-Wassererwärmer aus Edelstahl Rostfrei sind wartungsfrei und verursachen im Betrieb keine zusätzlichen Kosten. Sie stellen die hygienisch beste Lösung dar. Es können aber auch emaillierte Speicher-Wassererwärmer verwendet werden. Wichtig ist, dass emaillierte Speicher-Wassererwärmer über einen zusätzlichen kathodischen Korrosionsschutz verfügen, dessen Wirksamkeit regelmäßig überprüft werden muss. Für den Austausch der Verzehrnanode bzw. für den Betrieb der Fremdstromanode fallen entsprechende Betriebskosten an.

Viessmann bietet für alle Anforderungen mehrere Ausführungsvarianten von Speicher-Wassererwärmern. Alle Speicher-Wassererwärmer bestehen aus einem gut wärmegeprägten Speicherbehälter. Sie werden durch innen angeordnete Heizwendeln beheizt und können liegend oder stehend geliefert werden, mit geringerem Inhalt auch als wandhängende Speicher.

Bivalente Speicher-Wassererwärmer besitzen im Gegensatz zu monovalenten einen Anschluss für einen zweiten Wärmelieferanten, z. B. für eine Solaranlage.

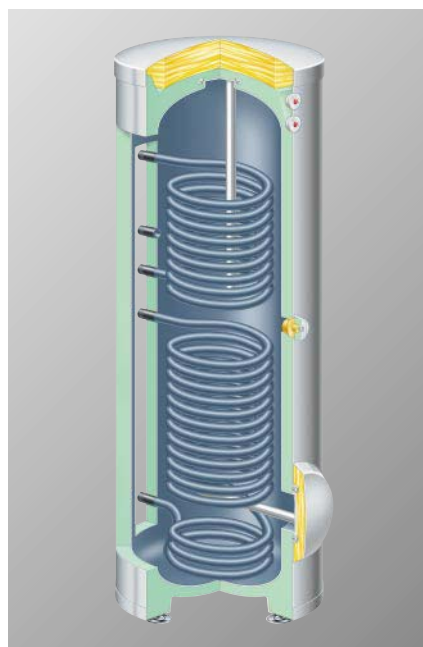


Bild 39: Vitocell-B 100 – bivalenter Speicher-Wassererwärmer mit Ceraprotect-Emallierung und zwei Heizwendeln z. B. für den Anschluss einer Solaranlage

Dimensionierung der Warmwasserbereitung

Dimensionierung der Warmwasserbereitung

Der errechnete Norm-Wärmebedarf für Neubauten wird in Zukunft bei wenigen kW liegen. Dabei wird aber nur die stationäre Heizlast unter Zugrundelegung der Planungsdaten eines Gebäudes bemessen. In der Realität entstehen höhere Heizlasten, so etwa beim Anheizen nach dem Winterurlaub oder bei unkontrollierter Fensterlüftung. Vergleichsuntersuchungen haben ergeben, dass der individuelle Heizwärmebedarf unterschiedlicher Nutzer in einem identischen Gebäude um den Faktor 3 auseinander liegen kann.

Je kleiner der errechnete Norm-Wärmebedarf ist, um so mehr beeinflusst das individuelle Nutzerverhalten den Verbrauch. Zur Sicherung des Komforts ist daher bei einem kleinen Norm-Wärmebedarf im Einfamilien-Niedrigenergiehaus ein Zuschlag sinnvoll.

Für ein Vollbad werden einem Speicher-Wassererwärmer 150 Liter (mit 40°C Auslauftemperatur) entnommen. Soll der Speicher-Wassererwärmer in 25 Minuten wieder aufgeheizt sein, ist dazu eine Kesselleistung von ungefähr 15 kW erforderlich. Deshalb sollte in der Praxis der Heizkessel eines Einfamilien-Niedrigenergiehauses über eine Nenn-Wärmeleistung von mindestens 15 kW verfügen.



Bild 40: Hohe Betriebssicherheit – Berstversuch

Förderprogramme unterstützen den Einbau moderner Heiztechnik

Wer in energiesparende und umweltschonende Heiztechnik investiert, findet häufig finanzielle Unterstützung von Bund, Ländern und Kommunen sowie Energieversorgern. Die Zahl der Förderprogramme ist groß. Grundsätzlich gilt: Anträge und Bewilligung müssen vor der Investition stehen. Da die Mittel häufig begrenzt sind, heißt es: rechtzeitig handeln.

Förderinformationen gibt es unter:

- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)
Frankfurter Straße 29 - 31
65760 Eschborn / Ts.
Tel.: 06196 / 908 - 625
Fax.: 06196 / 908 - 800
Internet: www.bafa.de
- Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)
Postfach 11 11 41
60046 Frankfurt am Main
Tel.: 069 / 7431 - 0
Internet: www.kfw.de
- Banken und Sparkassen
- Liste mit Ingenieuren, die eine „Vor-Ort-Beratung“ vornehmen können, erhalten Sie kostenlos beim
Bundesamt für Wirtschaft
Frankfurter Str. 29 - 31
65760 Eschborn
Tel.: 06196 / 404 - 402, - 403, - 211
Fax: 06196 / 404 - 442
- www.viessmann.de



Die Viessmann Werke

Viessmann ist mit rund 6800 Mitarbeitern weltweit einer der bedeutendsten Hersteller von Produkten der Heiztechnik und bei bodenstehenden Heizkesseln europaweit die meistgekauften Marke. Der Name Viessmann steht für Kompetenz und Innovation. So bietet die Viessmann Gruppe ein komplettes Programm technologischer Spitzenprodukte und die exakt darauf abgestimmte Systemtechnik. Doch bei aller Vielfalt haben unsere Produkte eines gemeinsam: den durchgängig hohen Qualitätsstandard, der sich in Betriebssicherheit, Energieeinsparung, Umweltschonung und Bedienkomfort ausdrückt.

Viele unserer Entwicklungen sind für die Branche richtungweisend sowohl bei konventionellen Heiztechniken als auch im Bereich erneuerbarer Energien, wie etwa der Solar- und Wärmepumpentechnik.

In all unseren Entwicklungen folgen wir unserer Philosophie, jederzeit den größten Nutzen zu erzielen: für unsere Kunden, unsere Umwelt und unsere Partner, die Heizungsfachbetriebe.

Die Viessmann Verkaufsniederlassungen

01458 Dresden · Tel. (03 52 05) 5 26 - 0
 06184 Leipzig · Tel. (03 46 05) 3 03 - 0
 12357 Berlin/Brandenb. · Tel. (030) 66 06 66 - 0
 19075 Schwerin · Tel. (0 38 65) 85 01 - 0
 21109 Hamburg · Tel. (0 40) 75 60 33 - 0
 24768 Rendsburg · Tel. (0 43 31) 45 51 - 0
 28309 Bremen · Tel. (04 21) 4 35 11 - 0
 30519 Hannover · Tel. (05 11) 7 28 68 81 - 0
 32051 Herford · Tel. (0 52 21) 93 25 - 0
 34123 Kassel · Tel. (05 61) 9 50 67 - 0
 35107 Allendorf · Tel. (0 64 52) 70 - 22 88
 39167 Magdeburg · Tel. (03 92 04) 7 87 - 0
 40789 Düsseldorf · Tel. (0 21 73) 95 62 - 0
 44388 Dortmund · Tel. (0 23 05) 9 23 50 - 0
 48153 Münster · Tel. (02 51) 97 90 90
 53840 Köln-Bonn · Tel. (0 22 41) 88 30 - 0
 54294 Trier · Tel. (06 51) 8 25 71 - 0
 56218 Koblenz · Tel. (0 26 30) 98 94 - 0
 57080 Siegen · Tel. (02 71) 3 14 51 - 0
 64546 Frankfurt · Tel. (0 61 05) 28 31 - 0
 66450 Saarbrücken · Tel. (0 68 26) 92 38 - 0
 68526 Mannheim · Tel. (0 62 03) 92 67 - 0
 70825 Stuttgart · Tel. (0 71 50) 9 13 61 - 0
 76227 Karlsruhe · Tel. (0 72 43) 72 69 - 0
 79114 Freiburg · Tel. (07 61) 4 79 51 - 0
 85540 München · Tel. (0 89) 46 23 31 - 0
 86165 Augsburg · Tel. (08 21) 7 47 89 - 0
 89275 Ulm · Tel. (0 73 08) 9 65 01 - 0
 91207 Nürnberg · Tel. (0 91 23) 97 69 - 0
 94447 Plattling · Tel. (0 99 31) 95 61 - 0
 95030 Hof · Tel. (0 92 81) 61 83 - 0
 97084 Würzburg · Tel. (09 31) 61 55 - 0
 99091 Erfurt · Tel. (03 61) 7 40 71 - 0

Viessmann Werke
35107 Allendorf (Eder)
Telefon (06452) 70 - 0 · Fax 70 - 2780
www.viessmann.de



Viessmann bietet Ihnen ein vielseitiges und dennoch einheitliches Produktprogramm für jeden Bedarf und jeden Anspruch

