

2 Gebäudetechnik – Teil 1

2.1 Einführung

Die Zusammenführung der Heizungsanlagenverordnung und der Wärmeschutzverordnung zur Energieeinsparverordnung im Jahr 2002 läutete ein neues Kapitel in der energetischen Optimierung von Gebäuden ein. Man hatte erkannt, dass die wärmetechnische Verbesserung eines Gebäudes nicht alleine darin bestand, die Wärmedämmung zu verbessern, sondern das Gebäude "als Ganzes" zu betrachten ist.

Hierzu gehört in erster Linie eine optimal gedämmte Gebäudehülle, die verhindert, dass unnötig Wärme in die Atmosphäre entweicht. Ist dieses Ziel erreicht, ergeben sich für die Wärmeerzeugung ganz neue Perspektiven. Die Heiztechnik muss nun nur noch 20 bis 30 Prozent der bisher benötigten Wärme zur Verfügung zu stellen und kann von hohen Beiträgen durch Sonnenenergie profitieren, insbesondere bei der Warmwasserbereitung.

In diesem optimierten Gebäudesystem spielt der Nutzer eine weitaus bedeutendere Rolle als vorher, da sein Einfluss auf den Energieverbrauch deutlich zunimmt. Ist es erforderlich, zuerst die Heizungsanlage und die Gebäudehülle später zu sanieren, sollten Sie sich für ein Heizsystem entscheiden, dass auch nach der Dämmung der Außenhülle in der Lage ist, den wesentlich geringeren Wärmebedarf effizient bereitzustellen.

Heizung und Energieträger

Für Raumheizung und Warmwasserbereitung wendet ein Durchschnittshaushalt nahezu 85 Prozent seines Gesamtenergiebedarfs ohne PKW auf. Auf Öl- und Gasheizungen entfallen davon rund 73 Prozent.

Die Entscheidung, welches zukunftsweisende Heizsystem sich am besten für die Sanierung eignet, hängt von vielen Faktoren ab. Eine zentrale Größe ist die Bestimmung der Heizleistung. In der Regel wurden in der Vergangenheit Heizungsanlagen oft überdimensioniert was eine Neuberechnung der Heizlast erfordert. Um Solarenergie in möglichst großem Umfang zu nutzen, sind der Energiebedarf des Gebäudes, die Dachausrichtung und die Verschattungssituation zu ermitteln.

Und nicht zuletzt sind die Aufstellmöglichkeiten für die zur Auswahl stehenden Systeme zu prüfen und der geeignete Energieträger festzulegen.

2.2 Heizungsanlagen

Bei der Planung eines neuen Heizsystems und der Ermittlung der damit verbundenen Einsparvorteile müssen die Eckdaten des vorhandenen Systems sowie die am Gebäude (→ siehe Gebäudesanierung) bereits durchgeführte Modernisierungen erfasst werden.

Alte Heizungsanlagen erzielen Jahresnutzungsgrade von ca. 70 bis 80 Prozent. Dies bedeutet, dass mit einer konsequent geplanten und fachgerecht durchgeführten Sanierung, Einsparungen von in der Regel 20 Prozent, sehr häufig bis zu 30 Prozent erzielbar sind.

Bestehende Heizungsanlagen sind vorwiegend in Niedertemperaturtechnik mit witterungsgeführten Kesseltemperaturen von 40 bis 75 °C ausgeführt. Noch ältere Anlagen mit Konstant-Temperaturkesseln (unbedingt die EnEV 2016 beachten!) werden mit 70 bis 80°C Kesselwassertemperatur betrieben.

In modernen Anlagen kommen überwiegend Kesseltechniken mit Brennwertnutzung, Biomasse (Holz) und Wärmepumpen, in vielen Fällen in Kombination mit Solarkollektoranlagen zur Anwendung (siehe EWärmeG Baden-Württemberg).

Eine wichtige Rolle bei der Modernisierungsplanung spielt die Warmwasserbereitung. Da diese ganzjährig in Betrieb ist, muss bei fossil betriebenen Heizungsanlagen (Öl und Gas) ebenso bei Pellet- und Holzheizungen über eine Lösung in den Sommermonaten nachgedacht werden. Zu diesen Zeiten wird keine oder nur noch sehr wenig Heizenergie benötigt, so dass der Heizkessel zur Vermeidung unnötiger Betriebsbereitschaftsverluste ausgeschaltet werden kann, wenn das Warmwasser beispielsweise mit Erneuerbaren Energien erzeugt wird.

Eine Kombination mit Solarkollektoranlagen bietet sich daher an und wird im Erneuerbaren Energien Wärmegesetz des Landes Baden-Württemberg, EWärmeG auch explizit gefordert.

Hinweis

Vor einer Sanierung unbedingt die jeweils aktuellen Regelungen der EnEV 2014/16 und des EWärmeG beachten.

Öl- und Gasheizungen

Gerade in älteren Gebäuden sind oft Öl- oder Gasheizungsanlagen anzutreffen, deren Modernisierung sich in jedem Falle lohnt. Diese umfasst in der Regel den Ersatz des alten Heizkessels und eventuell der Warmwassererwärmung. Wärmeverteilung, Regelung und Kamin müssen dann entsprechend angepasst werden.

Als Ersatz für eine alte Kesselanlage stehen z. B. moderne, energiesparende Kompaktwärmezentralen in konventioneller Bauart oder mit Kondensationskessel zur Verfügung. Mit verbesserter Verbrennungstechnik gelangen nach dem Einbau weniger Schadstoffe in die Umgebung und der Nutzungsgrad der Anlage ist – je nach Anlagekonzept – deutlich höher.

Neue Ölheizungen können an den bestehenden Tank und meist auch an die vorhandene Ölleitung bzw. neue Gasheizungen an die vorhandene Gasleitung angeschlossen werden.



Im Vergleich zu Ölheizungen sind Gasheizungen wartungsärmer und produzieren etwa 20 % weniger CO₂ und Schadstoffe. Sowohl bei Gas- als auch bei Ölheizungen ist die Brennwerttechnik so ausgereift, dass der im Abgas enthaltene Wasserdampf durch Kondensation genutzt werden kann. Zusätzlich zur reinen Verbrennungswärme wird damit eine nicht unerhebliche Energiemenge gewonnen. Bei Erdgas sind dies immerhin rund 11 % des Brennstoffeinsatzes, beim Heizöl etwa 7 %. Herkömmliche Gas- oder Ölheizkessel ohne Brennwertnutzung entsprechen nicht mehr dem Stand der Technik und werden auch nicht gefördert.

Eine wesentliche Voraussetzung zur Nutzung des Brennwertes ist ein optimiertes Wärmeverteilungssystem mit möglichst niedrigen Rücklauftemperaturen. Bei Öl-Brennwerttechnik sollten diese höchstens ca. 47° Celsius, bei Gas-Brennwerttechnik ca. 57° Celsius betragen. Dies bedeutet, die Heizkörper an diese neue Situation anzupassen und, aufgrund des 'aggressiven' Kondensats, auch das Kamin.

Gerade bei älteren und unsanierten Gebäuden, bei denen 'nur' die Heizanlage ausgetauscht wird, sind die Heizkörper auf hohe Vorlauftemperaturen von > 60° C ausgelegt. Wird die neue Heizung auf diese Vorlauftemperaturen eingestellt, entfällt die

Brennwertnutzung und damit die entsprechende Ersparnis.

Heizen mit Strom

Elektrospeicherheizungen werden in der Nacht mit Strom aufgeheizt und geben die Wärme tagsüber an die Wohnräume ab. Dieses Heizsystem ist sehr träge und schlechter regelbar als eine Zentralheizung. Der anfängliche Vorteil bei den Investitionskosten wird durch hohe Verbrauchskosten im Betrieb aufgehoben.

Aus ökologischer Sicht sind Elektrospeicherheizungen nicht zu empfehlen, da der Strom meist aus Kraftwerken mit schlechtem Wirkungsgrad und dementsprechend hohen CO₂- und Schadstoffemissionen stammt. Im Bestand sollten Elektrospeicherheizungen deshalb durch ein anderes Heizsystem ersetzt werden.

Holzpellet-Heizung

Eine Pellet-Heizanlage ist vom Komfort sowie vom Betriebs- und Wartungsaufwand vergleichbar mit einer Ölheizung, aber deutlich umweltfreundlicher. Sie eignen sich sehr gut für die Beheizung und Warmwasserbereitung von Ein- und Mehrfamilienhäusern.

Holzpellets werden aus naturbelassenem Holz, hauptsächlich Hobel- und Sägespänen hergestellt. Die 2 cm langen, bleistiftdicken Pellets haben einen Energie-



inhalt von 4,9 MWh/t, der etwa 50 Prozent der in Heizöl enthaltenen Energie entspricht und verbrennen rückstands- und emissionsarm. Seit 2014 sind die Qualitätsmerkmale von Pellets in der DIN EN ISO 17225-2 festgelegt.

Quelle: Fotolia

Wegen der guten und gleichmäßigen Brennstoffeigenschaften fallen die Wärmeerzeuger recht kompakt aus. Auch der Platzbedarf für die zu lagernden Pellets ist gering.

Wer sich mit dem Gedanken beschäftigt, eine Holzpelletanlage zu planen, der kann über die Checkliste „Empfehlungen für Planung, Ausführung und Betrieb von Pellet-Heizungsanlagen“ hilfreiche Informationen erhalten. Zu erhalten ist diese kostenlos beim Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.

<https://um.baden-wuerttemberg.de/de/service/publikation/did/empfehlungen-fuer-pellet-heizungsanlagen/>

Informationen zu aktuellen Pelletpreisen sind zu finden unter: <https://www.carmen-ev.de/>.

Sonstige Holzheizungen

Seit einigen Jahren werden Scheitholzanlagen angeboten, die wahlweise eine manuelle oder automatische Umstellung auf Pelletfeuerung ermöglichen. Der Vorteile solcher Kombinationen besteht in der höheren Flexibilität bezüglich des Einsatzes von Holz.

Geschlossene Kamine, Zimmeröfen und Speicheröfen sind sogenannte Einzelraumfeuerungen und werden in der Regel nur gelegentlich als Zusatzheizung betrieben. Bauartbedingt geben diese ihre Wärme nur an den umgebenden Raum ab.



Quelle: Fotolia

Sind in diesen Räumen luftabsaugenden Anlagen, also Lüftungsanlagen, Dunstabzugshauben, Warmluftheizungen etc. installiert, müssen zusätzliche Sicherheitseinrichtungen den parallelen Betrieb mit der Einzelraumfeuerung verhindern, einen gefährlichen Unterdruck im Raum vermeiden und eine kontrollierte Abgasführung sicherstellen.

Wärmepumpen

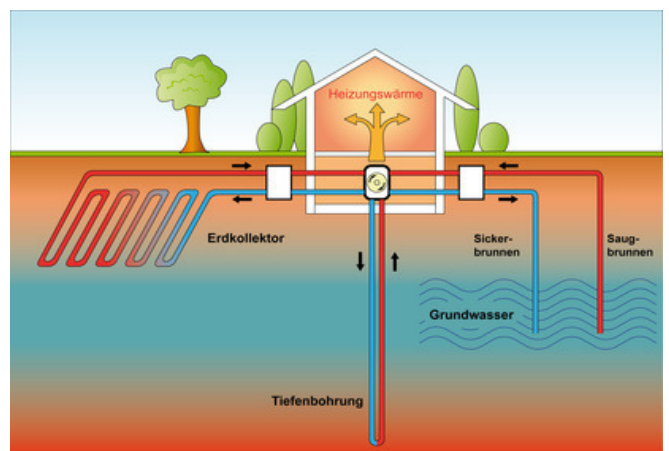
Der Einsatz von Wärmepumpen zur Warmwasserbereitung und Beheizung von Wohngebäuden eignet sich sehr gut in Verbindung mit Flächenheizsystem, z.B. Fußbodenheizungen. Dies hängt wesentlich mit den physikalischen Eigenschaften von Wärmepumpen zusammen. Wärmepumpen arbeiten nach dem „Kühlschrank-Prinzip“, d.h. der Umgebung (Luft, Wasser, Erdreich) wird Wärme auf niedrigem Temperaturniveau entzogen. Unter Einsatz von Strom

erhöht die Wärmepumpe die Temperatur soweit, dass damit das Heizungssystem betrieben werden kann.

Wichtig für ein effizientes Wärmepumpensystem ist ein möglichst geringer Temperaturunterschied zwischen der Umgebung, der die Wärme entzogen wird und dem Wärmeverteilsystem. Im Gegensatz zur Luft-Wasser-Wärmepumpe, die für ein effizientes Wärmepumpensystem wegen der Temperaturschwankungen übers Jahr, insbesondere im Winter bei Temperaturen unter Null eher ungeeignet ist, arbeiten Erdreich- oder Grundwasser-Wärmepumpen, sogenannte Sole-Wasser-Wärmepumpen, mit gleichmäßigen Temperaturniveaus.

Als Wärmeverteilsystem eignen sind Flächenheizsysteme sehr gut (Fußboden-, Wand- und Deckenheizungen), vor allem wegen der niedrigen Vorlauftemperaturen von etwa 30-35° Celsius. Ist das Gebäude gut gedämmt, eignen sich unter Umständen auch vorhandene Niedertemperatursysteme mit großflächigen Heizkörpern und maximalen Vorlauftemperaturen von 50 °C. In diesem Fall sollte jedoch ausschließlich Erdwärme oder Grundwasser als Wärmequelle zum Einsatz kommen.

Ein wichtiges Kriterium zur Bewertung der Wirksamkeit von Wärmepumpen ist die Jahresarbeitszahl. Diese wird aus dem Verhältnis der gelieferten Nutzwärme in Kilowattstunden (kWh) und des erforderlichen Strombedarfs (auch in kWh) ermittelt. Je größer die Jahresarbeitszahl, desto effizienter nutzt die Wärmepumpe kostenlose Umgebungswärme. Die Jahresarbeitszahl sollte zwischen 3,5 und 4,0 liegen, was am ehesten mit Sole-Wasser-Wärmepumpen zu erreichen ist.



Wärmepumpe mit unterschiedlichen Energiequellen

Quelle: Fotolia

Sinnvolle Einsatzmöglichkeiten stellen nachträglich gut wärmedämmte Wohngebäude, Niedrigenergie- und Passivhäuser dar. In diesen Fällen ergeben sich in Verbindung mit Solarstromanlagen und Batteriespeichern neue, interessante Einsatzmöglichkeiten, um erneuerbare Energien noch intensiver zu nutzen.

Bei der Planung und Ausführung von Wärmepumpenanlagen können viele Fehler gemacht werden. Um dies zu vermeiden und gute Betriebsergebnisse zu erzielen, sollten man sich vorab die kostenlos erhältliche Information "Effiziente Wärmepumpen-Heizungsanlagen" ansehen. Diese Information ist zu erhalten beim Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.

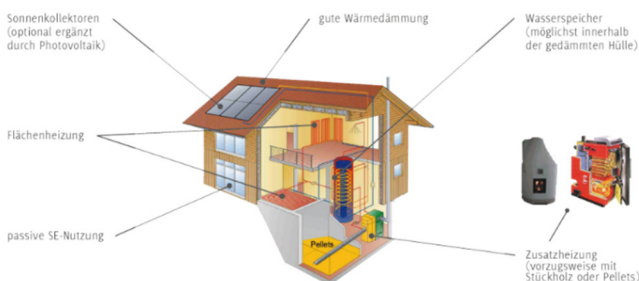
https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Energie/Energieeffiziente_WP_Heizungsanlagen.pdf

Solarheizung (Sonnenhaus)

Schon seit zwei Jahrzehnten ist es möglich, Wohngebäude zu erstellen, die ohne fossile Heizungsanlage auskommen und nur mit erneuerbaren Energien betrieben werden.

Sonnenhäuser zeichnen sich durch eine sehr gute Wärmedämmung und eine nach Süden orientierte Lage aus. Die energieoptimierte Anordnung von Glasflächen dient der passiven Nutzung der Sonneneinstrahlung. Die aktive Energienutzung geschieht über Solarkollektoren. Bis zu 100 Prozent des Wärmebedarfs für Heizung und Warmwasser können solar gedeckt werden.

Da sowohl die passive als auch aktive Sonnenenergie zeitgleich anfallen, die Nachfrage jedoch zeitlich versetzt erfolgt, müssen solare Überschüsse für sonnenarme und bewölkte Tage gespeichert werden.



Quelle: Sonnenhaus-Institut e.V., Straubing

Dies geschieht über einen großen, mit Wasser gefüllten Pufferspeicher und einem System-Management, welches für eine effiziente Nutzung der Solarenergie sorgt. Entsteht Zusatzbedarf in der sonnenarmen

Winterzeit, wird der Pufferspeicher über eine Not- oder Zusatzheizung mit Holz nachgeheizt.

Auch Stromanwendungen in Sonnenhäusern sind optimiert und werden über die hauseigene Photovoltaikanlage gedeckt. Wasch- und Spülmaschinen sind an das Warmwassernetz angeschlossen. Diese weitgehend solar beheizten Wohngebäude sind mit bezahlbarem Aufwand realisierbar und führen zu sehr niedrigen Heizkosten.

Kraft-Wärme-Kopplung

Eine besonders effiziente Nutzung fossiler Energien (Öl bzw. Erdgas) ist durch die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) möglich. Durch die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme kann gegenüber einer getrennten Erzeugung viel Primärenergie eingespart und Emissionen vermieden werden.



Quelle.: DACHS

Wichtig für Planung, Auslegung und Wirtschaftlichkeit eines BHKWs ist ein möglichst gleichmäßig anfallender, ganzjähriger Wärme-Grundlastbedarf, in der Regel der Warmwasserbedarf. Aus diesem thermischen Leistungsbedarf lässt sich zusammen mit den technischen Daten des BHKW die elektrische Leistung bestimmen. Das Verhältnis von thermischer zu elektrischer Leistung beträgt systembedingt ungefähr 2/3 zu 1/3. Besonders geeignete Objekte sind z.B. große Mehrfamilienhäuser ab 10 Wohneinheiten, aber auch die „Vernetzung“ mehrerer Gebäude über Mini-Nahwärmesystem ist technisch möglich und wirtschaftlich interessant.

Besondere Bedeutung bekommen diese Systeme in Wohnungseigentümer-Gemeinschaften, WEG oder Mehrfamilienhäusern durch sogenannte Mieterstrom-Modelle. Der vom BHKW (oder der Solarstromanlage) produzierte Strom wird an einen Stromanbieter verkauft. Dieser wiederum verkauft ihn an die Eigentümer oder

Mieter. Reicht der selbstproduzierte Strom nicht aus, liefert der Stromanbieter den erforderlichen 'Reststrom', möglichst aus ökologischer Produktion.

Alternativ kann der Strom der WEG auch direkt ins öffentliche Netz eingespeist werden. Dies ist jedoch mit geringeren Renditen verbunden.

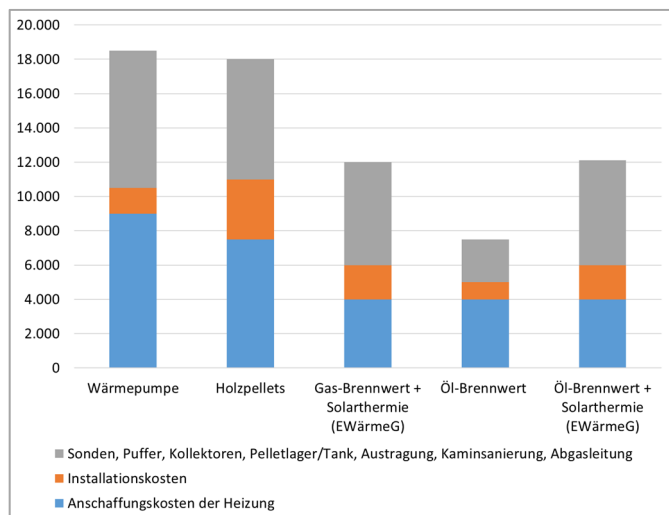
Objektgröße alleine ist nicht entscheidend, denn je nachdem, wieviel Wohnfläche zu beheizen oder Wärmebedarf zu decken ist, stehen unterschiedlichen Baugrößen, die sich an der elektrischen Leistung orientieren, zur Verfügung:

- Nano-BHKW mit Leistungen < 2,5 kW
- Mikro-BHKW mit Leistungen von 2,5 bis 15 kW
- Mini-BHKW mit Leistungen von 15 bis 50 kW
- und Groß-BHKW mit Leistungen > 50 kW.

Heizsystem-Vergleich

Bei Kostenvergleichen von Investition und Jahreskosten unterschiedlicher Heizsysteme ergibt sich eine Verteilung wie in den beiden nachfolgenden Diagrammen dargestellt.

Ausgangspunkt ist ein Einfamilienhaus, Baujahr 1970 mit 150 qm Wohnfläche. Die oberste Geschossdecke wurde bereits gedämmt und vor 20 Jahren zudem neue Fenster eingesetzt.



Investitionskosten-Vergleich für EFH (Stand August 2017)
© Thomas Hamm

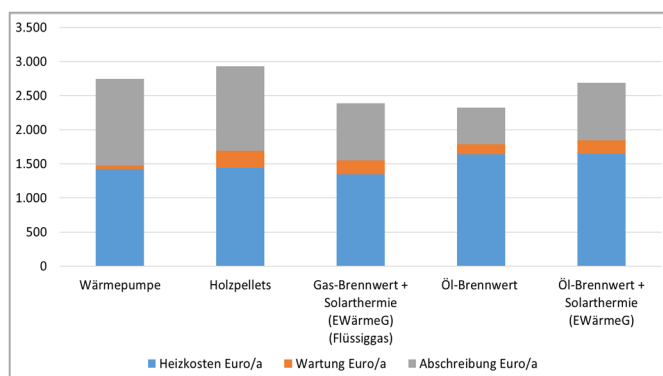
Der Heizenergiebedarf beträgt 22.500 kWh oder 2.250 Liter Heizöl pro Jahr, der Warmwasserbedarf für 4 Personen rund 3.000 kWh pro Jahr.

Die Solarkollektoranlage ist zur Deckung von ca. 60-70 Prozent des Jahres-Warmwasserbedarfs ausgelegt und trägt nicht zur Heizungsunterstützung bei.

Grundlage zur Berechnung der laufenden Jahreskosten sind Energiepreise, Stand August 2017, wobei aufgefallen ist, dass Flüssiggaspreise aktuell etwas unterhalb der Gaspreise lagen. Der Strompreis für die Wärmepumpe wurde in Verifox abgefragt. Die Abschreibungszeit wurde mit 20 Jahren, der Zinssatz mit 3% angenommen.

Im Ergebnis gut erkennbar ist, dass Öl- und Gasbrennwertanlagen mit Solarkollektoren investitionsseitig gleichauf liegen. Die Mehrkosten für Systeme mit Erdsonden-Wärmepumpe oder Holzpelletanlage betragen im Vergleich hierzu etwa 50 Prozent.

Im Jahreskostenvergleich hingegen sind die Abweichungen der einzelnen Systeme nicht mehr ganz so groß. Hier liegt das Öl-Brennwertsystem mit Solarkollektoren gleichauf mit dem Wärmepumpensystem. Im Vergleich hierzu betragen die Mehrkosten des Pelletsystems lediglich 100 Euro pro Jahr.



Jahreskosten-Vergleich EFH (Stand August 2017)
© Thomas Hamm