

# Inhalt · Heizung und Lüftung

## Teil I

<b>1. Heizung</b>	<b>1</b>
1. Gesundes Raumklima und Heizung	1
<b>2. Die biologisch optimale Temperierung</b>	<b>3</b>
<b>3. Auswirkung der Wärmestrahlung aus ärztlicher Sicht</b>	<b>5</b>
<b>4. Sonnenwärme für die Wohnwärmeversorgung</b>	<b>6</b>
<b>5. Sonnenkocher/Kleinanlagen</b>	<b>13</b>
<b>6. Heizen mit Holz</b>	<b>14</b>
<b>7. Einzelne Feuerstätten</b>	<b>16</b>
7.1 Historische Feuerstätten: Hypokaustenheizung, Offener Kamin, Kanonenofen	17
7.2 Kaminofen	21
7.3 Pellet-Kaminofen	23
7.4 Kochherd	24
7.5 Kachelofen und Grundofen	25
7.6 Elektroheizung	28
<b>8. Wassergeführte Zentralheizung</b>	<b>29</b>
<b>9. Wärmeerzeuger</b>	<b>30</b>
9.1 Festbrennstoffkessel / Holzvergaser / Pelletheizung	30
9.2 Öl-, Gas- und Brennwertkessel	31
9.3 Kachelofen / Kaminofen	33
9.4 Wärmepumpe	34
9.5 Kraft-Wärme-Kopplung	36
9.6 Brennstoffzellen-Heizung	36
<b>10. Wärmebereitstellung: Rohrleitung u.a.</b>	<b>38</b>
<b>11. Wärmeübertragungssysteme an den Raum</b>	<b>40</b>
11.1 Heizkörper: Radiator, Plattenheizkörper, Konvektor	41
11.2 Flächenheizkörpersysteme: Fußbodenheizung, Deckenheizung, Wandheizung, Thermische Bauteil- aktivierung, Moderne Hypokaustenheizung	43
11.3 Heizleisten	50

<b>12. Weitere Heizungsthemen</b>	<b>51</b>
12.1 Warmluftheizung / Klimaanlage	51
12.2 Infrarotstrahler	51
12.3 Heizungsbetrieb bei Stromausfall	53
12.4 Abgasführung / Schornstein	53
<b>13. Entscheidungsablauf zur Wahl eines Holz-Feuerungssystem</b>	<b>54</b>
<b>14. Schadstoff-Problematik</b>	<b>55</b>
14.1 Heizen als Umweltbelastung	55
14.2 Ökologische Beurteilung verschiedener Energieträger	57
14.3 Regeln zum schadstoffarmen Heizen	60
<b>15. Gesamtbetrachtung</b>	<b>62</b>
<b>Teil II</b>	
<b>1. Lüftungsanlagen</b>	<b>66</b>
1.1 Lüfterneuerung und Luftwechsel im umbauten Raum	66
1.2 Lüftungssysteme und Wärmerückgewinnung	69
1.3 Checkliste: Optimierung einer Lüftungslösung	75
<b>Fragen zur Lernkontrolle</b>	<b>77</b>

### 3. Auswirkung der Wärmestrahlung aus ärztlicher Sicht

Es ist dem Wiener Arzt und Forscher Dr. Wilhelm Ledwina (Quelle: Ledwina, Wilhelm: "Angewandte Bioklimatologie mit modernen naturnahen Heilmethoden", K. F. Haug Verlag, Heidelberg, 1981) zu verdanken, dass heute fundierte Unterlagen über die Auswirkungen der Wärmestrahlung auf das Wohlbefinden und die Gesundheit des Menschen vorliegen. Auf Grund seiner Forschungsarbeiten konnte nachgewiesen werden, dass das Verhältnis zwischen konvektiv und strahlend abgegebener Wärmemenge für die Behaglichkeit, für das innere Gleichgewicht und den allgemeinen Gesundheitszustand des Menschen von großer Bedeutung ist. Aus dem nachstehenden Diagramm ist ersichtlich, dass bei einer Konvektionsheizung z.B. bei einer Oberflächentemperatur (Berechnung der Oberflächentemperatur s. Kurs "Biol. Baustofflehre...") von 17,5 °C der hohe Wert von ca. 23 °C für die Raumlufttemperatur erforderlich ist, damit sich der Mensch wohlfühlt. Im Gegensatz dazu genügt bei einer Wandstrahlungsheizung mit einer Oberflächentemperatur von ca. 30 °C eine Raumlufttemperatur von nur ca. 17 °C, um sich behaglich und wohlfühlen.

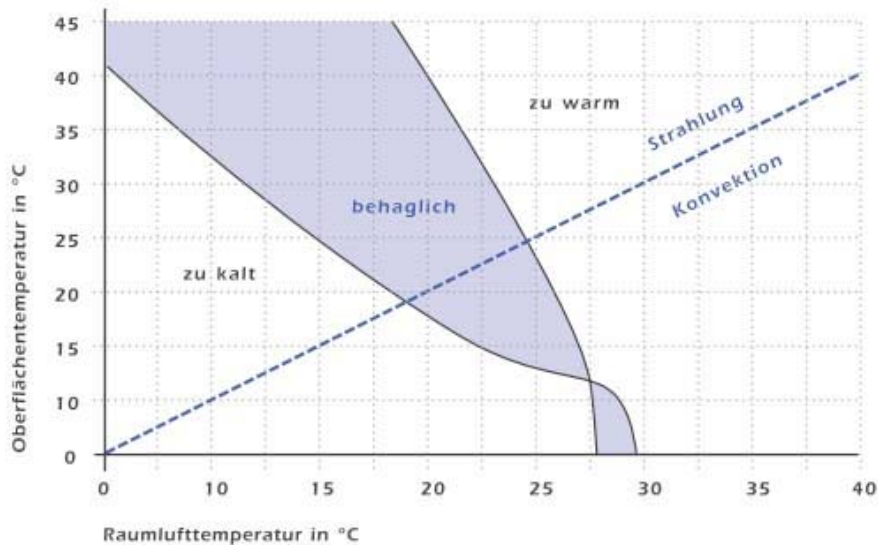


Abb.: Thermischer Komfort durch Konvektion und Strahlung nach Dr. Ledwina

#### Kriterien einer gesundheitlich optimalen Heizung (s. auch Kurs "Raumklima")

1. Wärmeabgabe überwiegend durch Strahlung
2. Hohe Raum-Oberflächentemperaturen schaffend (besonders der Außenwände)
3. Keine Stauberzeugung (Ruß, Asche)
4. Keine Abgabe giftiger Gase (z.B. Kohlenmonoxid) an die Innenräume (dichte Bauweise der Öfen bzw. -geräte u.a.)
5. Heizkörper-Oberflächentemperaturen angemessen niedrig:  
 max. 70 °C bei Metall und max. 100 bis 120 °C bei Kacheln.  
 Nachteile bei Überschreitung dieser Temperaturen:  
 Staubverschmelzung und damit Reizerscheinungen durch Ammoniak und organische Säuren, Erhöhung des Konvektionsanteils, z.T. höherer Energieverbrauch.

6. Niedrige Temperaturunterschiede der Raumluft (am günstigsten bei Strahlungswärme)
7. Geringe Luft- und Staubzirkulation verursachend (< 10 cm/sec.)
8. Bequeme Reinigung (Entstaubung der Heizkörper)
9. Nicht geruchsbelästigend (infolge Staubverschmelzung, Staubzirkulation, Eigengeruch, Abgabe von Dämpfen)
10. Keine zu niedrige Raumluftfeuchte verursachend
11. Keine elektrostatische Aufladung, einpolige Ionisation und Feldverzerrung verursachend (durch niedrige Luftfeuchte, hohe Lufttemperaturen, Luft- und Staubzirkulation, lackierte Heizkörper..., s. Kurs "Strahlung")
12. Ohne Bildung elektromagnetischer Felder (z.B. durch Induktion sowie Verschleppung von Strom, s. Kurs "Strahlung")
13. Erhaltung und Bildung ionisierter Luft (s. Kurs "Strahlung")
14. Geringe Störung des Erdmagnetfeldes (s. Kurs "Strahlung")
15. Ungleichmäßige Erwärmung der verschiedenen Räume des Hauses (keine thermische Monotonie; ein gewisses Maß an Reizklima stärkt die körperliche Widerstandskraft)
16. Keine Lärmbelästigung bzw. Vibrationen (z.B. durch Umwälzpumpe und Steuerung, Wasserbewegung in Heizkörpern, durch Ventilatoren, Ein und Abschaltung, Ausdehnung der Rohre und Wärmekörper, s. Kurs "Lärm...")
17. Unterstützung der Frischluftversorgung (z.B. durch Zuluftelemente), die während der Heizperiode besonders wichtig ist
18. Schnelle Regulierbarkeit
19. Geringstmögliche Umweltbelastung, hoher Wirkungsgrad und weitgehende Vermeidung fossiler Brennstoffe (Brennstoffe, die in geologischer Vorzeit aus Abbauprodukten von toten Pflanzen und Tieren entstanden sind, wie Erdöl, Erdgas, Torf-, Braun- und Steinkohle)

## 4. Sonnenwärme für die Wohnwärmeversorgung

Anhand der Übersicht "Kriterien einer gesundheitlich optimalen Heizung" sowie weiterer Kriterien (Preis, Unterhaltungskosten, Wartungsaufwand, Ästhetik, Komfortansprüche, Einsatzzweck, Nutzungsdauer u.a.) lassen sich die verschiedenen Heizungssysteme hinreichend beurteilen.

Zur Optimierung eines Heizsystems kann heute viel getan werden. Jedoch ist es noch wichtiger, zunächst den tatsächlichen Heizbedarf durch energiesparende Bauweisen und Sanierungen, unterschiedliche Temperaturzonen, Südausrichtung, Nutzung der Sonnenenergie, kompakte Baukörper u.a. zu minimieren (s. Kurs "Energiesparendes Bauen"). Ökologisch wie auch ökonomisch macht es zudem häufig Sinn, zentrale Heizungsanlagen zu realisieren, die zugleich mehrere Wohnungen oder Häuser mit Wärme versorgen (Heizungs-Sharing).

Im Kurs „Energiesparendes Bauen“ ist das enorme Spektrum der **passiven Sonnenenergienutzung** vorgestellt worden, insbesondere hinsichtlich der Gebäudeausrichtung, der Raumeinteilung und Gestaltung von transparenten Flächen (Verglasungen, transparente Wärmedämmung, Solarfassade, Wintergarten, Sonnenschutz u.a.).

Zur Erwärmung des Trinkwassers lässt sich bei optimaler Ausrichtung etwa folgender Kollektor-Flächenbedarf empfehlen:

Kollektortyp	Nutzenergie-Gewinn pro m <sup>2</sup> und Jahr	Flächenbedarf pro Person
Flachkollektor	400 kWh	1,1 m <sup>2</sup>
Vakuumkollektor	500 kWh	0,9 m <sup>2</sup>
Selbstbau-Flachkollektor	200 kWh	2,2 m <sup>2</sup>

Übersicht: **Empfohlene Kollektorflächen bei einer Neigung von > 30 °C und Südorientierung (+/- 30 °).** Damit lassen sich ca. 60 % des jährlichen bzw. ca. 90 % des sommerlichen Energiebedarfes für die Warmwasserbereitung decken.

**b) Solare Heizungsunterstützung**

Über die solare Trinkwassererwärmung hinaus kann die aktive Solarnutzung auch die Wohnraumtemperierung unterstützen. Vor allem in den Übergangsjahreszeiten Frühjahr und Herbst können sehr hohe Deckungsraten erreicht werden. Je niedriger die notwendigen Vorlauftemperaturen des Heizungssystems sind, desto größer ist der zu erreichende solare Deckungsanteil in der solaren Heizungsunterstützung.

Sollen Sonnenkollektoren die Heizung unterstützen, ist besonders auf die Ausrichtung und auf den Neigungswinkel zu achten. Für einen max. Winterertrag muss der Neigungswinkel dem Sonnenlauf im Winter angepasst werden. Für eine nennenswerte solare Heizungsunterstützung ist ein Neigungswinkel von 45° das Minimum. Bei flacheren Dächern ist eine entsprechende Aufständering vorzunehmen.

Zur solaren Heizungsunterstützung besonders gut geeignet sind Vakuum-Röhren-kollektoren, da diese im Vergleich zu Flachkollektoren leistungsfähiger sind.

Für eine optimale Winterausrichtung empfehlen sich Südfassaden. Das Kollektorfeld kann entspr. den winterlichen Anforderungen vergrößert werden, ggf. muss dann im Sommer eine konstruktive Verschattung (z.B. Dachüberstand) vor zu hohen Stillstandtemperaturen schützen.

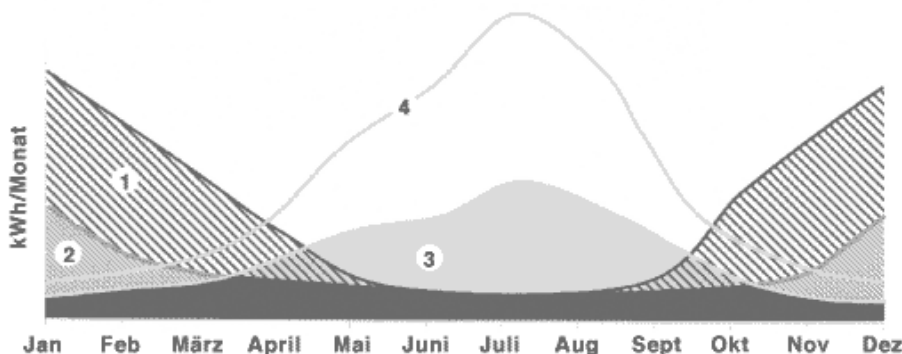


Abb.: **Solare Erträge in Gebäuden mit niedrigem Energiebedarf - Prinzipskizze** 1 = Gesamtwärmebedarf im Niedrigenergiehaus (Trinkwasser + Heizung) 2 = Gesamtwärmebedarf im Passivhaus (Trinkwasser + Heizung) 3 = Solare Erträge bei Kollektorauslegung vorrangig zur Erwärmung des Trinkwassers 4 = Solare Erträge bei Kollektorauslegung zur Erwärmung des Trinkwassers und zur Heizungsunterstützung (solare Erträge s. Kurs "Energiesparendes Bauen")

**Erläuterung:** Durch eine größere Kollektorfläche reduziert sich der Zeitraum, an dem zugeheizt werden muss. Je niedriger der Heizenergieverbrauch ist, desto unwirtschaftlicher wird die solare Heizungsunterstützung.

## 7.3 Pellet-Kaminofen

(mehr Infos: Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e.V.)



Abb.: **Holzpellets**

Zur Komfortverbesserung werden seit Ende der 90er Jahre auch sog. Pellet-Kaminöfen angeboten, welche eine vollautomatische Pelletverbrennung mit Leistungsregelung ermöglichen. Pellets bestehen aus Säge- und Hobelspänen, die unter hohem Druck und ohne Bindemittel zu kleinen Röllchen gepresst werden und einen Heizwert von ca. 5 kWh/kg haben. Damit entspricht der Energiegehalt von einem Kilogramm Pellets etwa dem von einem halben Liter Heizöl.



Abb.: **Pellet-Kaminofen als Einbau-Zentralheizungskessel** mit einer Kesselleistung von 2 - 10 kW (wasserseitig ca. 80 %, luftseitig ca. 20 %), massiv eingemauert. Pellet-Vorratsbehälter 38,5 – 55 kg.  
Quelle: Wodtke (PE water+), [www.wodtke.com](http://www.wodtke.com)

Die Qualitätsanforderungen für den genormten Brennstoff sind in der europäischen Norm EN 14961-2 festgelegt. Der Markt bietet verschiedene Zertifizierungen und Prüfsiegel an, wie z.B. die Zertifizierung ENplus. Bei Bezug von Pellets sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass die Pellets den Qualitätsanforderungen dieser Norm entsprechen, da nur so ein hoher Heizwert der Pellets und eine bauartgerechte Funktionsweise der Feuerstätte (Reinigungs- und Instandhaltungsaufwand, Lebensdauer...) gewährleistet ist. Diese Norm gewährleistet auch, dass die Pellets aus Resthölzern holzverarbeitender Betriebe und nicht aus gefällten Bäumen hergestellt werden.



Abb.: **Grundofen mit integriertem Warmwasser-Wärmetauscher**, der das gesamte Gebäude beheizt und zugleich als Treppe dient  
Quelle: *Wohnung + Gesundheit* Nr. 127



Abb.: **Grundofen als Mittelpunkt des Hauses**  
Quelle: *Wohnung + Gesundheit* Nr. 122

Die Bedienung eines Kachelofens kann von der Diele aus erfolgen, wenn man Schmutzeintrag in die Wohnräume vermeiden möchte. Viele bevorzugen heute jedoch große Feuerraumtüren mit Sichtfenster.

Der **echte Kachelofen** als Wärmestrahler kann als Beispiel für eine biologisch ideale Heizung bezeichnet werden. Er erfüllt alle in der Übersicht "Kriterien einer gesundheitlich optimalen Heizung" aufgezählten Forderungen in idealer Weise. Die von ihm geschaffene **Wärmequalität** wird wohl von keiner anderen Heizquelle erreicht.

Aufgrund dieser Tatsache ist die Umweltbilanz von strombetriebenen Wärmepumpen deutlich ungünstiger als diejenige von heute verfügbaren Heizungssystemen mit erneuerbaren Energien oder mit Nahwärmesystemen auf der Basis effizienter Kraft-Wärme-Kopplung. Selbst die Pelletheizung, die wegen des Energieaufwandes zur Pelletherstellung unter den Biomasse-Heizungen relativ ungünstig ist, emittiert rund 85 % weniger Treibhausgase als Gas-Brennwert-Heizungen.

**Wärmepumpen sind deshalb nur dann eine umweltfreundliche Alternative zu anderen Heizsystemen, wenn sie mit einem guten Wirkungsgrad und mit Ökostrom oder Gas betrieben werden (Jahresarbeitszahl deutlich über 3).**

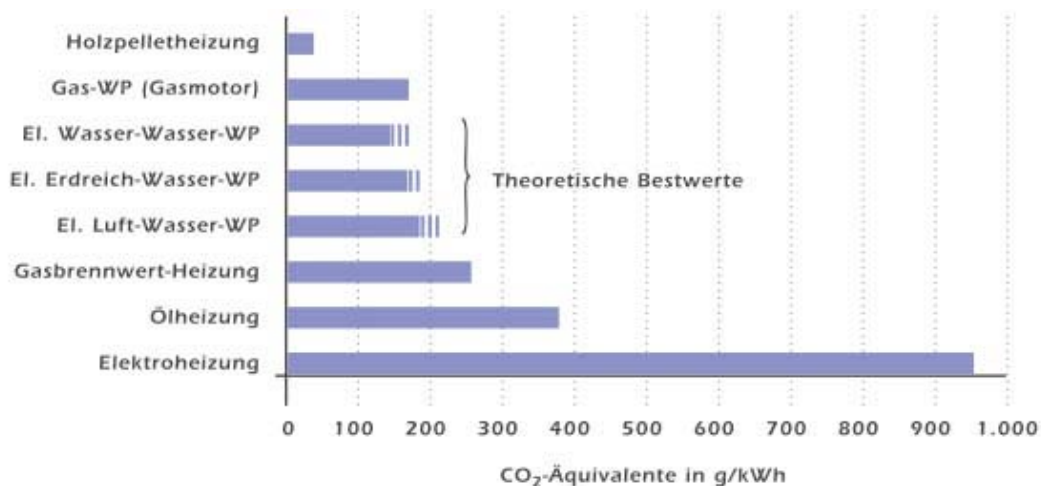


Abb.: **CO<sub>2</sub>-Emissionen (Äquivalente) ausgewählter Heizungssysteme**

Für die Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Äquivalente wurden Bestwerte für die Jahresarbeitszahlen (JAZ) elektrischer Wärmepumpen angenommen (JAZ Grundwasser 5,0, JAZ Erdreich 4,3, JAZ Außenluft 3,8), um zu zeigen, wie groß die bestmögliche Umweltentlastung elektrischer Wärmepumpen sein kann. Die tatsächlich erzielbaren Jahresarbeitszahlen sind häufig deutlich geringer (3 bis 4, bei Luftwärmepumpen teilweise unter 3).

Quelle: Gemis 4.3

**Optimale Randbedingungen für eine hohe Jahresarbeitszahl sind:**

- Wärmepumpe hoher Qualität und Optimierung der installierten Einzelkomponenten zu einem abgestimmten Gesamtsystem
- möglichst konstant hohe Temperatur der Wärmequelle (Grundwasser, Erdwärme und Abwärme z.B. industrieller Anlagen sind besser als Außenluft)
- niedrige Vorlauftemperatur und kleine Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Heizungsvorlauf: Ideal sind – wie bei Brennwertgeräten – Flächenheizsysteme wie Fußboden-, Wandheizung oder thermische Bauteilaktivierung.)

Ein sehr effektives Wärmepumpensystem bietet die Direktverdampfung (Acalor Technik Scheel KG, Lübow, [www.acalor.de](http://www.acalor.de)). Dabei wird eine Fußbodenheizung aus Kupfer in einem geschlossenen System nicht wie üblich mit Wasser, sondern mit dem dampfförmigen Kältemittel Propan betrieben.

Eine effektive und auch unter Umweltgesichtspunkten gute Lösung können Wärmepumpen sein, die mit Gas betrieben werden (Funktionsweise und Herstelleradressen: [www.asue.de](http://www.asue.de)). Solche Wärmepumpen sind derzeit v.a. für den Mehrgeschosswohnungsbau sowie für Industrie und Gewerbe interessant.

Um die Ökobilanz zu optimieren, sollten Wärmepumpen immer mit einem solarthermischen Kollektor kombiniert werden. Erdwärmepumpen können so von Frühjahr bis Herbst



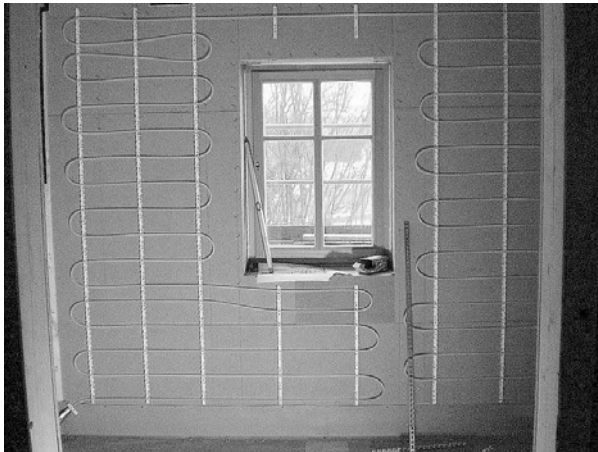


Abb.: **Wandheizung mit Kupferrohren auf Holzweichfaserplatten**  
Die Röhrchen können z.B. mit Lehm- oder Kalkputz überputzt werden.



Abb.: **Wandheizung aus Lehmbauplatten mit integrierten Verbundrohren**  
Die Platten werden einschl. Fugen und Randbereiche mit Lehmputz verputzt.  
Quelle: Wem-Wandheizung GmbH, [www.wandheizung.de](http://www.wandheizung.de)



Abb.: **Wandheizung aus Gipsfaserplatten mit integrierten Verbundrohren**  
Die Platten werden einschl. Fugen und Randbereichen mit Lehmputz verputzt.  
Quelle: Variotherm Heizsysteme GmbH, [www.variotherm.com](http://www.variotherm.com)



## Baubiologische Bewertung von Heizungsarten<sup>1)</sup>

	Offener Kamin <sup>2)</sup>	Kaminofen (Strahlung)	Kachel-/Grundofen <sup>3)</sup>	Elektrohzg. (Speicher)	Radiator	Platten-Heizkörper	Fußboden-Heizung	Wand-Heizung	Heiz-leisten	Warmluft-Heizung
1	3	2	3	1-2	1-2	2	1-2	3	1-2	0
2	0-1	1-2	2	0-2	1	2	1-2	3	1-2	0
3	0-2	1-2	3	0-2	1	2	1-2	3	2-3	1
4	2	2	2	1-2	1	1	1	3	3	1
5	1-2	1-2	3	1-2	2	2	2	3	2	1
6	0-2	1-3	2-3	0-2	1-2	1-2	1-2	3	1-2	0
7	3	2	2-3	0	1	1-2	2	2-3	2	2
8	3	3	3	1-3	2	2	3	2	2	1
9	0-2	2	2	1-3	2	1-3	3	3	1	0
10	2	2	1-2	1-2	2	2	1	1-2	2	3
11	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3
12	2	3	2	0-1	2	2	2	2	2	1
13	0	1-2	2	0-2	2	2	2	2	2	2
14	2-3	1	2-3	1	1	1	0-2	0-2	1	1
<b>Punkte-Bewertung**</b>	<b>25-38</b>	<b>32-42</b>	<b>46-50</b>	<b>13-39</b>	<b>30-33</b>	<b>35-39</b>	<b>31-40</b>	<b>50-54</b>	<b>36-43</b>	<b>21</b>

\* Doppelte Bewertung  
 \*\* max. mögliche Punktzahl: 60

0 = erhebliche Mängel  
 1 = bedenklich  
 2 = befriedigend  
 3 = gut/empfehlenswert

<sup>1)</sup> Verschiedene Punktzahlen (z.B. 1-2) sind durch unterschiedliche Konstruktionen/ Bauweisen/Materialien/Brennstoffe bzw. Rahmenbedingungen (Vorlauftemperatur, Aufstellungsort, Wärmebedarf u.a.) begründet  
<sup>2)</sup> Nur als Zusatzheizung geeignet  
<sup>3)</sup> echter Kachel-/Grundofen (ohne Warmluftauslässe)