

# Heizung

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Grundlagen</b>                              | <b>10</b> |
| 1.1      | <b>Überblick</b>                               | <b>10</b> |
| 1.2      | <b>Raumklima</b>                               | <b>10</b> |
| 1.2.1    | Wärmehaushalt des Menschen                     | 11        |
| 1.2.2    | Lufttemperatur                                 | 11        |
| 1.2.3    | Strahlungstemperatur                           | 11        |
| 1.2.4    | Empfundene Temperatur                          | 12        |
| 1.2.5    | Temperaturschichtung                           | 12        |
| 1.2.6    | Luftfeuchte                                    | 12        |
| 1.2.7    | Luftbewegung                                   | 13        |
| 1.2.8    | Zusammenfassung Behaglichkeitsdaten            | 13        |
| 1.3      | <b>Objekt und Wärmeverluste</b>                | <b>13</b> |
| 1.3.1    | Arten der Wärmeverluste                        | 13        |
| 1.3.2    | Reduktion der Wärmeverluste/Energiesparen      | 14        |
| 1.3.3    | Passive Nutzung der Sonnenenergie              | 14        |
| 1.3.4    | Niedrigenergie-, Passiv- und Nullenergiehäuser | 15        |
| 1.4      | <b>Wärmeabgabesystem/Heizflächen</b>           | <b>17</b> |
| 1.4.1    | Vorlauf, Rücklauf, Auslegungstemperatur        | 17        |
| 1.4.2    | Mitteltemperaturheizkörper                     | 18        |
| 1.4.3    | Niedertemperaturheizflächen                    | 20        |
| 1.4.4    | Luftheizung                                    | 24        |
| 1.4.5    | Zusammenfassung                                | 28        |
| 1.5      | <b>Wärmeverteilung/Hydraulisches System</b>    | <b>29</b> |
| 1.5.1    | Zentrale/dezentrale Wärmeerzeugung             | 29        |
| 1.5.2    | Hydraulik – Grundlagen                         | 29        |
| 1.5.3    | Hydraulik – Details                            | 31        |
| 1.5.4    | Sonderlösungen                                 | 32        |
| 1.5.5    | Schematische Darstellung, Symbole              | 34        |
| 1.6      | <b>Energieträger/Wärmeerzeuger</b>             | <b>34</b> |
| 1.6.1    | Elektrischer Strom                             | 34        |
| 1.6.2    | Fernwärme                                      | 35        |
| 1.6.3    | Fossile Brennstoffe                            | 35        |
| 1.6.4    | Bioenergie                                     | 37        |
| 1.6.5    | Sonnenenergie                                  | 39        |
| 1.6.6    | Wärmepumpen                                    | 42        |
| 1.7      | <b>Regelung</b>                                | <b>43</b> |
| 1.8      | <b>Systemüberblick</b>                         | <b>43</b> |

|            |  |           |            |                             |            |
|------------|--|-----------|------------|-----------------------------|------------|
| <b>2</b>   | <b>Planung, Vorentwurf</b>                       | <b>44</b> | <b>3</b>   | <b>Beispiele</b>            | <b>76</b>  |
| <b>2.1</b> | <b>Schritt 1: Wärmebedarfsabschätzung</b>        | <b>44</b> | <b>3.1</b> | <b>Lorenz-Mandl-Gasse</b>   | <b>76</b>  |
| 2.1.1      | Ermittlung des Objektwärmebedarfs                | 44        | 3.1.1      | Wärmeversorgung             | 76         |
| 2.1.2      | Schritt 1a: u-Werte der Bauteile, Leitwerte      | 46        | 3.1.2      | Heizung                     | 78         |
| 2.1.3      | Schritt 1b: Leitwerte                            | 47        | 3.1.3      | Warmwasserbereitung         | 80         |
| 2.1.4      | Schritt 1c: Normheizlast                         | 49        | 3.1.4      | Solaranlage                 | 80         |
| 2.1.5      | Schritt 1d: Spezifische Heizlast                 | 50        | <b>3.2</b> | <b>City X.6</b>             | <b>81</b>  |
| 2.1.6      | Schritt 1e: Jahresheizwärmebedarf                | 50        | 3.2.1      | Wärmebedarf                 | 81         |
| <b>2.2</b> | <b>Schritt 2: Heizsystementscheidung</b>         | <b>51</b> | 3.2.2      | Luftheizung                 | 81         |
| 2.2.1      | Schritt 2a: Systementscheidung, Behördenkontakte | 51        | 3.2.3      | Umluftheizung               | 83         |
| 2.2.2      | Schritt 2c: Auslegung Wärmeerzeuger              | 52        | 3.2.4      | Trinkwarmwasserheizung      | 83         |
| 2.2.2.1    | Gesamtwärmeleistung                              | 52        | 3.2.5      | Teilsolare Raumheizung      | 83         |
| 2.2.2.2    | Dimensionierung Gas- und Ölkessel                | 53        | 3.2.6      | Hydraulik und Regelung      | 86         |
| 2.2.2.3    | Dimensionierung von Wärmepumpen                  | 54        | 3.2.7      | Energieträger/Öltank        | 86         |
| 2.2.2.4    | Wärmeübergabestationen (UFO)                     | 55        | <b>3.3</b> | <b>Wienerberg-City</b>      | <b>87</b>  |
| 2.2.3      | Schritt 2d: Wärmeabgabesystem                    | 56        | 3.3.1      | Ausschreibung               | 87         |
| 2.2.3.1    | Dimensionierung Fußbodenheizung                  | 56        | 3.3.2      | Haustechnikraum             | 87         |
| <b>2.3</b> | <b>Schritt 3: Hydraulisches Konzept</b>          | <b>57</b> | <b>3.4</b> | <b>Bürohaus Fa. Mörtl</b>   | <b>99</b>  |
| 2.3.1      | Schritt 3a: Einteilung in Heizzonen/Heizkreise   | 57        | 3.4.1      | Planungsgrundlagen          | 100        |
| 2.3.2      | Schritt 3b: Konzept für „Hydraulik“              | 59        | 3.4.2      | Normwärmebedarf             | 100        |
| 2.3.2.1    | Pufferspeicherdimensionierung                    | 60        | 3.4.3      | Wärmeverteilung/Heizflächen | 102        |
| 2.3.2.2    | Verteilerschiene                                 | 61        | 3.4.4      | Wärmeerzeugung              | 102        |
| 2.3.2.3    | Leitungsdimensionierung                          | 61        | 3.4.5      | Regelung                    | 103        |
| 2.3.2.4    | Pumpendimensionierung                            | 61        | <b>3.5</b> | <b>Autohaus Benda</b>       | <b>104</b> |
| <b>2.4</b> | <b>Schritt 4: Platzbedarf und Bauangaben</b>     | <b>65</b> | 3.5.1      | Heizung/Kühlung             | 104        |
| 2.4.1      | Schritt 4a: Heiz- bzw. Haustechnikräume          | 65        | 3.5.2      | Regelung                    | 108        |
| 2.4.1.1    | Haustechnikzentrale Platzbedarf                  | 65        |            |                             |            |
| 2.4.1.2    | Platzbedarf für Gas- und Ölkessel                | 66        |            |                             |            |
| 2.4.1.3    | Platzbedarf für Wärmepumpen                      | 68        |            |                             |            |
| 2.4.1.4    | Platzbedarf für Umformerstationen                | 68        |            |                             |            |
| 2.4.2      | Schritt 4b: Brennstoffversorgung                 | 69        |            |                             |            |
| 2.4.3      | Schritt 4c: Abgasanlagen                         | 69        |            |                             |            |
| 2.4.4      | Schritt 4d: Wärmeversorgungsleitungen            | 70        |            |                             |            |
| 2.4.4.1    | Schächte   | 70        |            |                             |            |
| 2.4.4.2    | Leitungstrassen und Kollektorgänge               | 74        |            |                             |            |

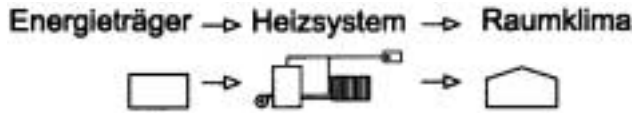
# 1

## Grundlagen

### 1.1 Überblick

Abb. 1:  
Das Heizsystem soll mit Hilfe eines Energieträgers (Primärenergie) ein gewünschtes Raumklima herstellen.

Die Heizung soll das gewünschte Raumklima für den bestimmten Nutzungszweck eines Gebäudes unter Verwendung eines Energieträgers herstellen. Abb. 1



Heizsystem besteht aus

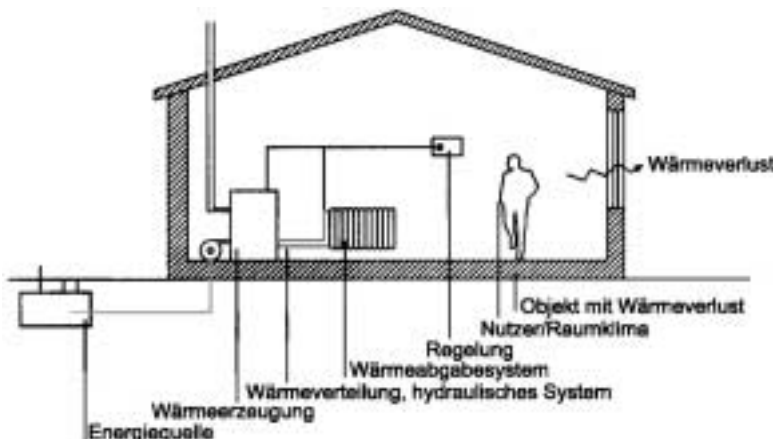
- Objekt/Wärmeverlust
- Nutzer/Raumklima
  - Regelung
  - Wärmeabgabe
- Wärmetransport
- Wärmeerzeuger
- Energiequelle

Im Prinzip besteht ein Heizsystem aus dem zu beheizenden Objekt, dem Wärmeabgabesystem, einem Wärmetransport- und Verteilungssystem, dem Wärmeerzeuger, der Regelung sowie der Energiequelle. Es muss auf den jeweiligen Verwendungszweck des Objektes abgestimmt sein. Abb. 2

Die Vielfalt möglicher Energiequellen, wie zum Beispiel Gas, Öl, Holz, Strom, Fernwärme, Solarenergie, Erdwärme sowie die individuellen Komfort- und Temperaturanforderungen, beispielsweise für Wohnung, Büro, Geschäft, Gewerbe, Industrie, Schwimmbad und dergleichen, erfordern gänzlich unterschiedliche und auf den jeweiligen Fall angepasste Heizsysteme.

Dieses Kapitel soll bei der Auswahl des richtigen Heizsystems sowie dessen Grobplanung unterstützen.

Abb. 2: Schematische Darstellung und Überblick über die Komponenten eines Heizsystems. Gebäude, Nutzungszweck, Wärmeabgabesystem, Wärmetransportsystem, Regelung, Wärmeerzeuger, Energieträger



### Folgende Themen werden behandelt:

**Raumklima:** Rahmenbedingungen für das Heizsystem, Nutzungsprofile, Behaglichkeit, Wärmeabgabe des Menschen

**Objekt:** Wärmeverlust, Energieverbrauchsreduktion, passive Solarenergienutzung, Niedrigenergie-, Passiv- und UMES-Häuser

**Wärmeabgabesysteme:** Radiator-, Fußboden-Wand- und Luftheizung, Hypokausten, Fancoils

**Wärmetransport:** Wärmeverteilung, Rohre, Pumpen, Regelung, Hydraulik

**Wärmeerzeuger:** Heizkessel, Wärmepumpen, Fernwärmeumformer, Sonnenkollektoren

**Energiequellen:** fossile und erneuerbare Energieträger

**Systemüberblick:** Flussdiagramm für die Wahl des richtigen Heizsystems

### 1.2 Raumklima

Während manche Lebewesen die Fähigkeit besitzen, sich mit ihrer Körpertemperatur der Umgebung anzupassen, muss der menschliche Körper eine annähernd konstante Temperatur von  $37^{\circ}\text{C} \pm 0,8^{\circ}\text{C}$  aufrecht erhalten; zusätzlich muss die Abfuhr von Abwärme aus der Energieumsetzung (Nahrung  $\rightarrow$  Lebensenergie + Verlustwärme) gewährleistet werden. Die Aufgabe von Heizsystemen liegt darin, diese physiologisch nötige Wärmeabgabe durch Temperierung der Umgebung derart zu regulieren, dass ein Gleichgewicht zwischen Körperwärmeproduktion und Wärmeabgabe herrscht und sich der Mensch behaglich fühlt.

Das thermische Behaglichkeitsempfinden ist eine natürliche Schutzmaßnahme des menschlichen Körpers zur Erhaltung des lebensnotwendigen Wärmehaushaltes. Als Thermofühler funktionieren Kälterezeptoren in der gesamten Haut, sowie Wärmerezeptoren im vorderen Stammhirn, welche die körpereigene Temperaturregelung steuern. Als Näherungswerte gelten: Sinkt die Hauttemperatur unter  $33^{\circ}\text{C}$ , friert man, übersteigt die Stammhirntemperatur  $37^{\circ}\text{C}$ , setzt Schwitzen zur Regelung der Wärmeabgabe ein. Thermische Behaglichkeit liegt dann vor, wenn diese Schwellenwerte weder über- noch unter-

schritten werden und ist vor allem abhängig von den Faktoren:

- Wärmeproduktion/Wärmeabgabe (Aktivitätsgrad)
  - Raumlufttemperatur
  - Mittlere Temperatur der Umschließungsflächen
  - Luftfeuchtigkeit
  - Luftbewegung
  - Wärmedämmung der Kleidung
- weitere von Geschlecht, Alter, Konstitution, Gesundheit, Nahrungsaufnahme, Jahreszeit, Beleuchtung, Lärmbelastung/Geräuschpegel, Qualität der Raumluft, Geruchsbelastung und psychischen Einflüssen.

Die Hauptaufgabe von Heizungs- und Klimaanlage liegt darin, das Wohlbefinden und die Gesundheit der Menschen, sowie deren Arbeits- und Leistungsfähigkeit zu erhalten.

Dafür müssen in unseren Breiten konventionell gebaute Häuser, um sie bewohnbar zu machen, im Durchschnitt 200 Tage pro Jahr beheizt werden; Niedrigenergiehäuser kommen auf nur 50–100 Heizztage, Passiv- und UMES-Häuser auf viel weniger.

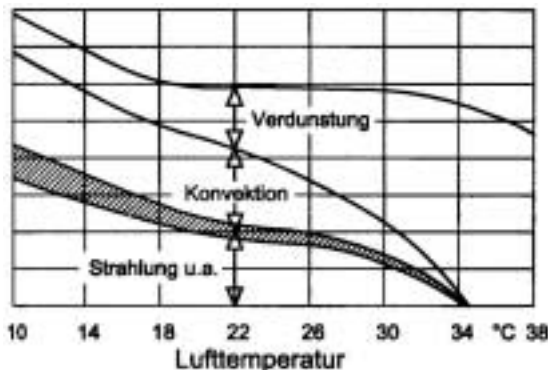
### 1.2.1 Wärmehaushalt des Menschen

Selbst bei völliger Ruhe gibt der Mensch ca. 80 Watt Wärme ab. Mit steigender Aktivität muss die Wärmeabgabe an die Umgebung zunehmen, um eine konstante Körpertemperatur aufrecht zu erhalten und um Wärmestaus zu vermeiden. Dies geschieht durch:

- **Wärmeabstrahlung** (~ 50%). Erfolgt über den materiefreien Raum hinweg, und wird von Körpern, z. B. umgebenden Flächen absorbiert und in Wärmeenergie umgesetzt.
- **Konvektion** (~ 25%). Jeder warme Körper erwärmt die umgebende Luft, die dadurch aufsteigt und die Wärme abtransportiert.
- **Verdunstung** (~ 15%). Der Schweiß an der Hautoberfläche verdunstet. Für die Phasenumwandlung flüssig → gasförmig ist die Verdunstungswärme erforderlich, die dem Körper dabei entzogen wird.

■ **Wärmeleitung** an berührende Flächen durch die Weitergabe von Wärmeenergie an benachbarte Teilchen in festen, gasförmigen und ruhenden flüssigen Medien.

■ **Atmung, Ausscheidungen, Nahrung**, usw.  
Abb. 3



◀ Abb. 3: Wärmeabgabe des normal bekleideten Menschen ohne körperliche Tätigkeit bei ruhender Luft: In Abhängigkeit von der Temperatur und dem Aktivitätsgrad verschieben sich die einzelnen Beiträge zueinander. Die genauen Daten siehe in Kapitel Lüftung, Personenwärmeabgabe.

### 1.2.2 Lufttemperatur

Die Lufttemperatur ist verantwortlich für die konvektive Wärmeabgabe des Menschen. Wesentlich um sich wohl zu fühlen, ist die Gleichmäßigkeit der Temperatur im Raum. In allen geheizten Räumen bestehen je nach Art der Heizung, Lage, Größe und Temperatur der Heizkörper sowie Außentemperatur Temperaturschichtungen. Temperaturunterschiede sinken mit verbesserter Wärmedämmung und Dichtheit der Fenster und Türen.

Für den unbekleideten Menschen werden 28 °C, für sitzende Menschen ohne körperliche Arbeit im Winter 22 °C, im Sommer 22–24 °C als optimal angesehen, für Räume in denen sich Frauen oder alte Menschen aufhalten 23–24 °C.

### 1.2.3 Strahlungstemperatur

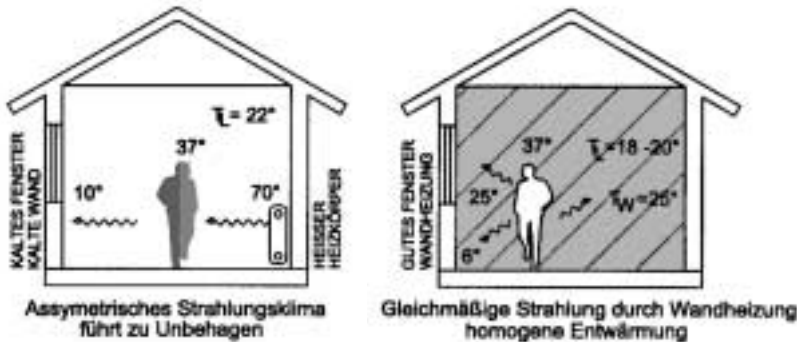
Die mittlere Temperatur aller umgebenden Flächen (Wände, Heizkörper, Fenster, Einrichtungsgegenstände) in einem Raum, die sogenannte mittlere Strahlungstemperatur  $T_{WAND}$ , ist für den Wärmehaushalt des menschlichen Körpers sehr wesentlich.

$$T_W = (\sum(A_i \times T_i) / \sum A_i)$$

*Konvektion*

*Strahlung*

Abb. 4: Behaglichkeit in Abhängigkeit von der Wärmestrahlung



Die Temperaturunterschiede der einzelnen Umgebungsflächen ( $A_i$ ) sollten gering sein, damit der menschliche Körper allseitig gleichmäßig Wärme abstrahlen kann. Abb. 4

Abb. 5: Behaglichkeitsfelder mit Wand- und Lufttemperaturen;  $T_E$  = Empfindungstemperatur

Kühle Decken und warme Wände wirken behaglicher als heiße Decken oder kalte Wände. Auch die Fußsohlen stellen einen wichtigen Wärmerezeptor dar, daher können z. B. Fußbodenheizungen die körpereigene Temperaturregelung irritieren.

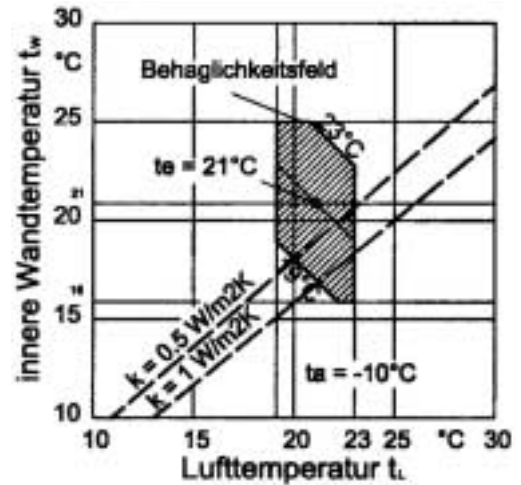
### 1.2.4 Empfundene Temperatur

Die Lufttemperatur  $T_{LUFT}$  und die mittlere Strahlungstemperatur  $T_{WAND}$  haben annähernd den gleichen Einfluss auf die Entwärmung des menschlichen Körpers. Aus deren Mittelwert ergibt sich daher eine für das menschliche Behaglichkeitsempfinden maßgebliche Größe, die empfundene Temperatur  $T_E$ .

$$T_E = (T_{Luft} + T_{Wand})/2$$

Je weniger die beiden Temperaturen  $T_{Luft}$  und  $T_{Wand}$  von einander abweichen ( $\leq 3^\circ\text{C}$ ) und je mehr sie sich dem Wert von  $20\text{--}22^\circ\text{C}$  nähern, desto gleichmäßiger und damit behaglicher erfolgt die Entwärmung des menschlichen Körpers. Asymmetrische thermische Belastung des Körpers, z. B. in der Nähe eines heißen Heizkörpers oder eines kalten Fensters (Abb. 4) bewirken Unbehagen.

Im Sommer steigern kühlere Wand- als Lufttemperaturen das Wohlbefinden, im Winter wärmere Luft- als Wandtemperaturen; dadurch erklärt sich auch das gute Raumklima bei Wand- und Niedertemperaturdeckenheizungen bzw. mit Kühldecken.



### 1.2.5 Temperaturschichtung

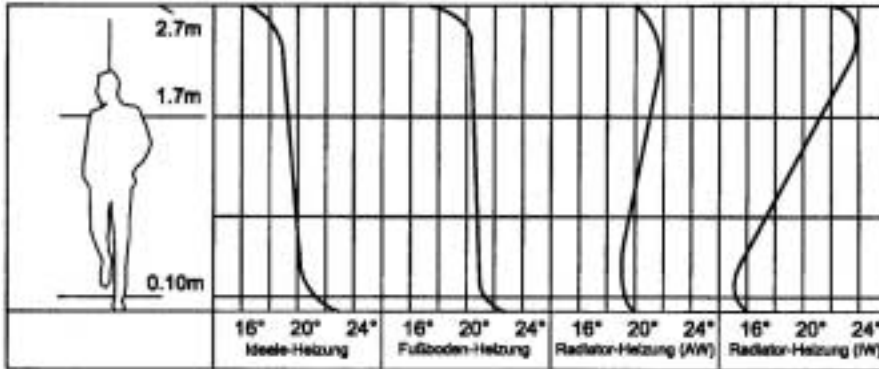
Unterschiedlich große und unterschiedlich warme und unterschiedlich situierte Heizflächen ergeben im Raum unterschiedliche Temperaturprofile. Die Wärmeabgabe an den Raum sollte, um dem idealen Temperaturprofil möglichst nahe zu kommen, in vertikaler wie horizontaler Richtung gleichmäßig sowie zeitlich konstant sein.

Das Raumtemperaturprofil hängt natürlich noch weiters ab von der Bauphysik, also von den  $u$ -Werten der Wände und Fenster sowie von der Luftbewegung im Raum. Abb. 6

### 1.2.6 Luftfeuchte

Die Wärmeabgabe des menschlichen Körpers erfolgt zum Teil auch durch Verdunstung an der Hautoberfläche. Somit hat die Luftfeuchtigkeit einen gewissen Einfluss auf das Behaglichkeitsempfinden. Bei einer normalen Raumtemperatur von  $20\text{--}22^\circ\text{C}$  und insbesondere im Winter beim Heizen, spielt die Entwärmung durch Verdunstung aber nur eine untergeordnete Rolle. Die Klimatechnik gibt als optimalen Bereich  $35\text{--}65\%$  relative Luftfeuchtigkeit an.

In der Heizperiode im Winter kann zu geringe Luftfeuchtigkeit zu Staubbildung, elektrischer Aufladung der Luft und Austrocknung der Schleimhäute führen. Das Kratzen im Hals steht meist nicht in direktem Zusammenhang mit trockener Luft, sondern ist durch Mikrostaub verursacht, der vom Heizsystem aufgewirbelt wird. Abhilfe schaffen hier großflächige



◀ **Abb. 6:**  
Temperaturprofile der  
Wärmeabgabesysteme

Niedertemperaturheizungen, z. B. Wand- und Deckenheizungen aber auch Luftheizsysteme mit Spezialfiltern.

### 1.2.7 Luftbewegung

Fühlbare Luftbewegung wird in geschlossenen Räumen durchwegs als störende Zugluft empfunden, insbesondere wenn die bewegte Luft eine geringere Temperatur als die Raumluft aufweist. Zugluft, verursacht z. B. von undichten Fenstern oder Kaltluftabfall von Fenstern, gilt als häufigste Ursache für Wohlbefindensstörungen. Dichte Fenster mit gutem u-Wert in Verbindung mit kontrollierter Wohnraumlüftung schaffen hier die beste Behaglichkeit.

### 1.2.8 Zusammenfassung Behaglichkeitsdaten

Ziel der Erstellung von Behaglichkeitsmaßstäben ist es, einen möglichst großen Prozentsatz an Raumbenutzern zufrieden zu stellen. Die Idealbedingungen für leichte sitzende Tätigkeit, also Wohnung und Büro, wären:

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Raumtemperatur               | $T_E = 22-24\text{ °C}, \pm 2\text{ K}$ |
| Fußbodentemperatur           | $T_F = 23-24\text{ °C}, < 29\text{ °C}$ |
| Wand/Deckentemperatur        | $T_W = T_D = T_{Luft} \pm 3\text{ K}$   |
| Mittlere Luftgeschwindigkeit | $v_L < 0,2\text{ m/s}$                  |
| Luftfeuchtigkeit             | $rF = 35-65\text{ %}$                   |

## 1.3 Objekt und Wärmeverluste

### 1.3.1 Arten der Wärmeverluste

Die Temperaturdifferenz zwischen Innenraum und Außenluft führt zu Wärmeverlusten des Gebäudes.

TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUSTE sind durch Wärmeleitung über die Umschließungsflächen bedingt. Der Anteil der Transmissionsverluste bei herkömmlichen Einfamilienhäusern beträgt die Hälfte bis zwei Drittel des Heizenergieverbrauches.

LÜFTUNGSWÄRMEVERLUSTE werden durch die nach außen entweichende Raumluft und kalte eindringende Außenluft bedingt. Hauptsächlich durch undichte Fenster und Türen, aber auch mechanische Lüftung. Der Luftwechsel ist teils erwünscht und nötig, um dem Menschen die Atemluft zur Verfügung zu stellen, andererseits aber unerwünscht, wenn die kalte Luft unkontrolliert über Ritzen und Fugen eindringt.

UMWANDLUNGSWÄRMEVERLUSTE entstehen im Heizkessel bei der Umwandlung des Brennstoffes in Nutzwärme. Bei konventioneller Technik gehen sie ungenutzt durch den Rauchfang verloren.

Abb. 7