

# Energieeffiziente haustechnische Installationen

Energie im Unterricht, Module für Bauberufe: Modul 5

- 1 Einführung: Worum geht es ?**
- 2 Lernziele**
- 3 Vorschläge für den Unterricht**
- 4 Fachinformation**
  - **Energieversorgung**
  - **Heizung**
  - **Lüftung**
  - **Warmwasserversorgung**
  - **Alternative effiziente Techniken der Wärmeversorgung**
- 5 Aufgaben, Lösungsvorschläge**
- 6 Weiterführende Literatur**
- 7 Bild- und Textnachweis**
- 8 Vorlagen**





## 1 Einführung: Worum geht es ?

Die Haustechnik mit ihren Installationen und Apparaten für Heizung, Lüftung und Warmwasser stellt für uns einen selbstverständlichen Bestandteil des modernen Komforts dar.

Geht man allerdings ein wenig in die Vergangenheit zurück, so wird deutlich, in welchem Masse sich seit den fünfziger Jahren des letzten Jahrhunderts dieser Standard erhöht hat. Die heutigen Ansprüche der Konsumenten und Konsumentinnen gehen dahin, in modernen Gebäuden bedienungsfreundliche, wartungsarme, wenn möglich automatisch regulierte Installationen vorzufinden, mit:

- richtig dosierter Heizwärme
- geruchs- und zugfreier Lüfterneuerung in Räumen ohne natürliche Lüftung
- unbeschränkt verfügbarem Warmwasser.

Nun hat dieser Komfort aber auch seinen Preis in Form eines stark gestiegenen Energiebedarfs und der damit verbundenen Umweltbelastungen. Sieht man vom elektrischen Strom ab, der als hochwertige Energie eigentlich nicht zur Produktion von Wärme eingesetzt werden sollte, fallen bei allen gebräuchlichen Energieträgern (Erdöl, Erdgas,

Holz, Biogas) neben dem Treibhausgas CO<sub>2</sub> Abfallprodukte der Verbrennung an, die die Luft belasten. Und da global gesehen der Wärmeenergiebedarf mit dem Bevölkerungswachstum und dem steigenden Lebensstandard zunimmt, sind schwerwiegende Folgen unabsehbar. Einzig der vermehrte Einsatz von Sonnenenergie (Einstrahlung) und von auf der Erde natürlicherweise vorhandenen Wärmequellen können diesen Trend brechen.

Daraus leitet sich ganz allgemein eine sparsame, rationelle Energieverwendung als Forderung ab. Bezogen auf Heizung, Lüftung und Warmwasser ist festzustellen, dass ein umweltschonender und wirtschaftlicher Energieeinsatz nur erreicht wird, wenn auf der technischen Seite bei allen Komponenten das vorhandene Optimierungspotential ausgeschöpft wird. Auf Seite der Auszubildenden und Konsumenten muss das Bewusstsein für die Problemlage durch den Einblick in die Zusammenhänge und das Aufzeigen von Einwirkungsmöglichkeiten im persönlichen Verhalten gefördert werden.

Dieses Modul soll dazu das erforderliche Grundwissen in der Haustechnik vermitteln.

## 2 Lernziele

### Die Lernenden können ...

- die gebräuchlichen Energieträger und Prozesse für die Bereitstellung von Wärmeenergie aufzählen
- die gebräuchlichen Wärmeerzeugerarten nennen
- Aufbau und Funktion von Heizungssystemen skizzieren
- Aufbau und Funktion von Lüftungs- und kombinierten Systemen darlegen
- die Systeme zur Erwärmung und Verteilung von Warmwasser erklären
- neue alternative Techniken der Versorgung mit Wärmeenergie aufzeigen
- einfache Prinzipschemata moderner Haustechniksysteme lesen und erläutern
- die wichtigsten Wärme-Verlustquellen konventioneller Haustechnikinstallationen nennen und Gegenmassnahmen vorschlagen

### 3 Vorschläge für den Unterricht

Als Einstiegsarbeit sind beispielsweise die Lernaufträge 1 und 2 aus Kapitel 5 geeignet.

Zusätzliche Möglichkeiten bieten sich mit Videos von Energie 2000 (Bundesamt für Energie) und verschiedenen Fachfirmen (Viessmann, Buderus, usw.).

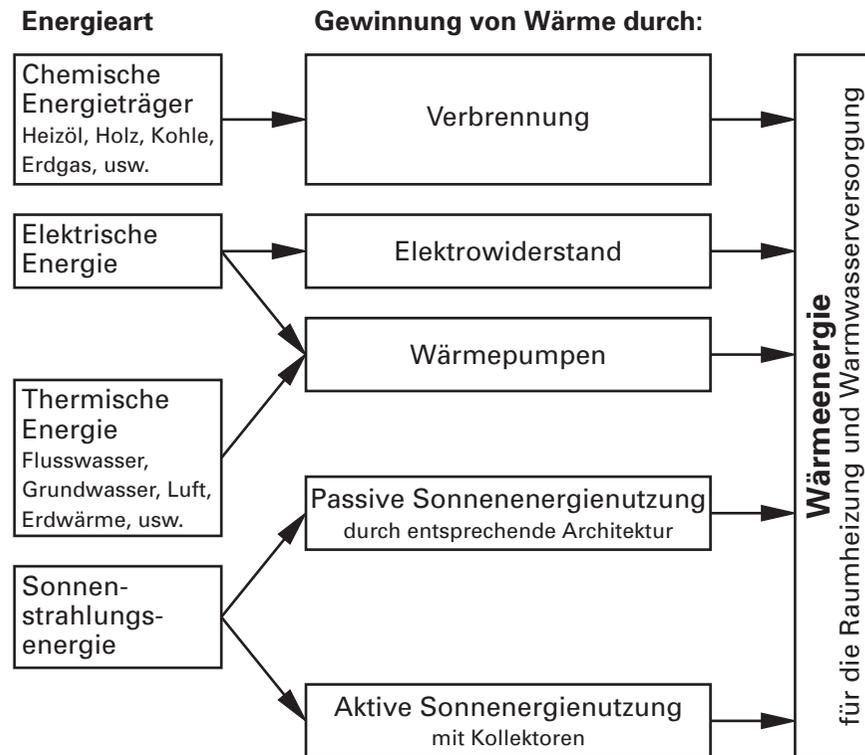
Für Internet-Recherchen werden in Kapitel 6 verschiedene Adressen aufgelistet, die insbesondere Bezug auf einzelne Energieträger und Energieversorgungssysteme nehmen.

Sind die Grundlagen erarbeitet, kann ein Baustellenbesuch mit einer Fachperson (Architekt, Haus-technikfachmann, usw.) oder der Besuch eines fertiggestellten, bereits bewohnten Mehrfamilienhauses samt Diskussion mit Bewohnern, Hauswart, Hausverwaltung interessante Vertiefungsmöglichkeiten bieten.

## 4 Fachinformation

### 4.1 Energieversorgung

Zur Bereitstellung von Wärme in der Haustechnik verfügbare Energien:



## 4.2 Heizung

### Aufbau und Merkmale des zentralen Heizungssystems

Zentrale Heizsysteme gibt es in verschiedenen Ausführungsvarianten, die aber immer auf die gleiche Grundform zurückzuführen sind.

Die wichtigsten Anlagenteile einer Heizungsanlage mit Wasser als Wärmeträger:  
(Die Nummerierung bezieht sich auf die folgenden Unterkapitel)

#### 1 Wärmeerzeuger:

Hier wird das Wasser als Wärmeträger im Heizungskreislauf erwärmt.

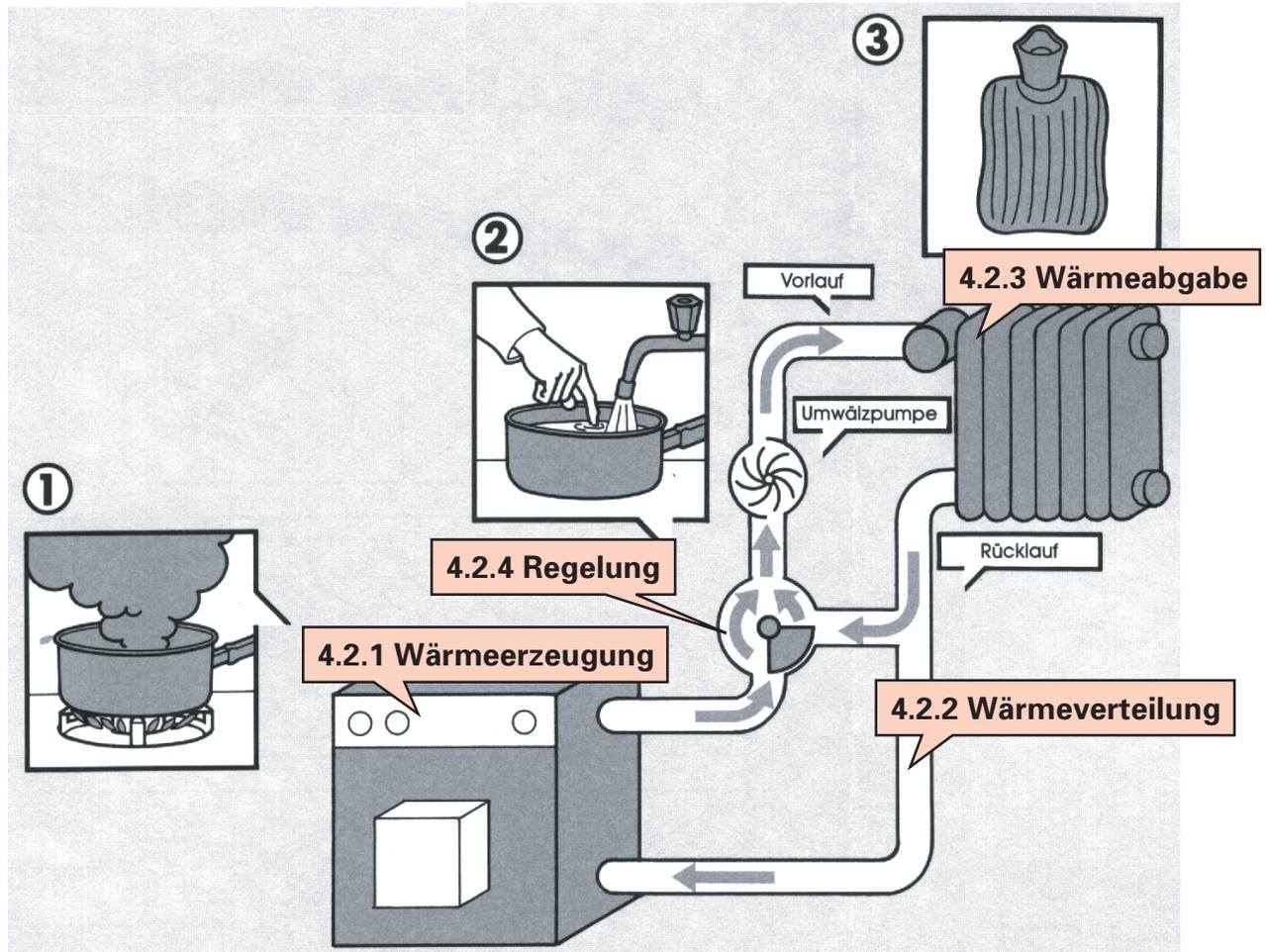
#### 2 Vorlauftemperaturregelung (Mischorgan):

Das erwärmte Wasser aus dem Wärmeerzeuger wird mit dem Rücklaufwasser gemischt, um die dem Aussenklima angepasste Vorlauftemperatur zu erhalten.

Die Umwälzpumpe sorgt für eine ausreichende Zirkulation des Heizwassers.

#### 3 Heizflächen:

Die erforderliche Wärme wird an die Raumluft abgegeben.

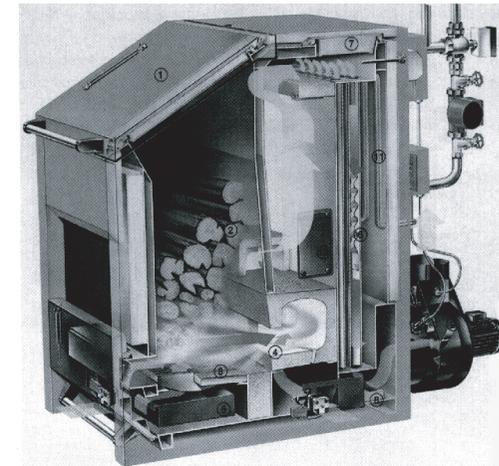


#### 4.2.1 Wärmeerzeugung

Wärmeerzeuger ist der Sammelbegriff für alle möglichen Bauarten von Geräten, die aus einem Energieumsatz Heizwärme gewinnen.



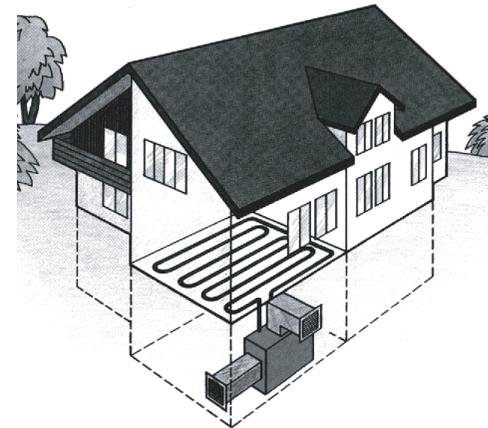
**Heizkessel für die Feuerung von Heizöl**  
(mit Beistellspeicher für die Warmwasserversorgung)



**Heizkessel für die Feuerung von Holz**  
Siehe Modul 7



**Heizkessel für die Feuerung von Gas**



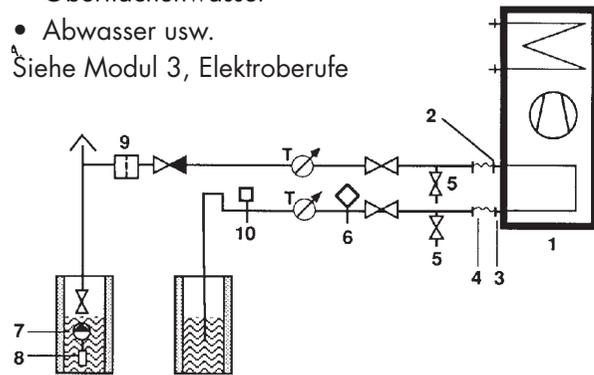
**Luft/Wasser-Wärmepumpe**  
mit Aufstellungsort im Gebäude  
Siehe Modul 3, Elektroberufe

### Wasser/Wasser-Wärmepumpe

für die Nutzung der Wärmeenergie aus dem Medium Wasser:

- Grundwasser
- Oberflächenwasser
- Abwasser usw.

Siehe Modul 3, Elektroberufe



### Fernwärme

Fernwärme-Versorgungssysteme sind dadurch gekennzeichnet, dass Quartiere oder Regionen durch eine oder einige wenige leistungsfähige Wärmequellen versorgt werden.

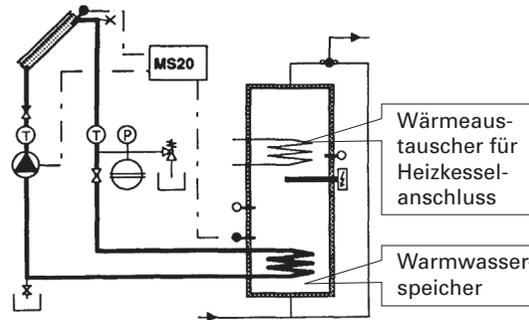
Siehe Kapitel 4.5, Seite 21



### Sonnenkollektoren

für die Nutzung der Sonneneinstrahlung.

Siehe Modul 7 und Modul 2, Elektroberufe

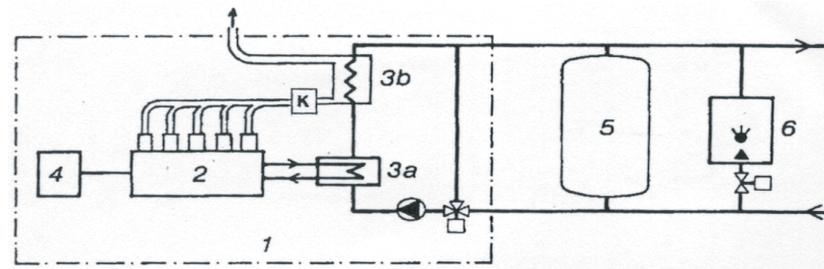


### Blockheizkraftwerk (BHKW)

Ein Blockheizkraftwerk produziert mit Verbrennungsmotoren (meist Erdgas als Treibstoff) Elektrizität und Wärme.

Siehe Kapitel 4.5, Seite 22, und Modul 5, Elektroberufe

Prinzipschema



- 1 BHKW
- 2 Gas- oder Dieselmotor
- 3a Kühlwasser-Wärmeaustauscher
- 3b Abgas-Wärmeaustauscher
- 4 Generator
- 5 Speicher
- 6 Spitzen-Heizkessel
- K Katalysator

## 4.2.2 Wärmeverteilung

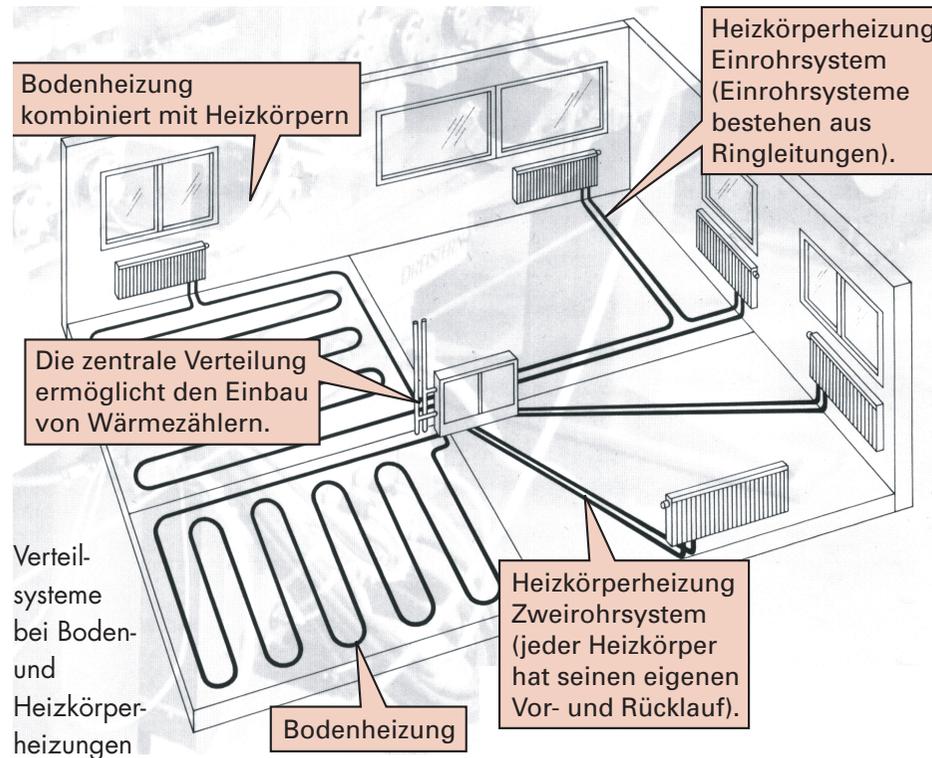
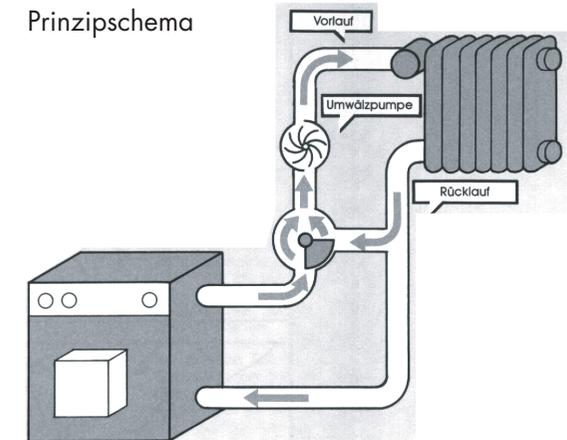
### Heizungsanlagen mit Wasser als Wärmeträger

Sobald die Heizungsanlage in Betrieb genommen wird, zirkuliert das im Leitungssystem enthaltene Wasser (Wärmeträger) zwischen dem Wärmeerzeuger und den Heizflächen.

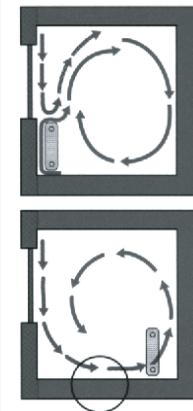
Ein übliches Heizungssystem arbeitet mit folgenden Vorlauftemperaturen bei einer Aussentemperatur von  $-10^{\circ}\text{C}$  (gilt für das schweiz. Mittelland):

- Heizkörperheizung bis ca.  $60^{\circ}\text{C}$
- Bodenheizung bis ca.  $50^{\circ}\text{C}$
- WP-Solar-Minergie bis ca.  $45^{\circ}\text{C}$   
( $30 - 35^{\circ}\text{C}$  sind anzustreben)

Prinzipschema



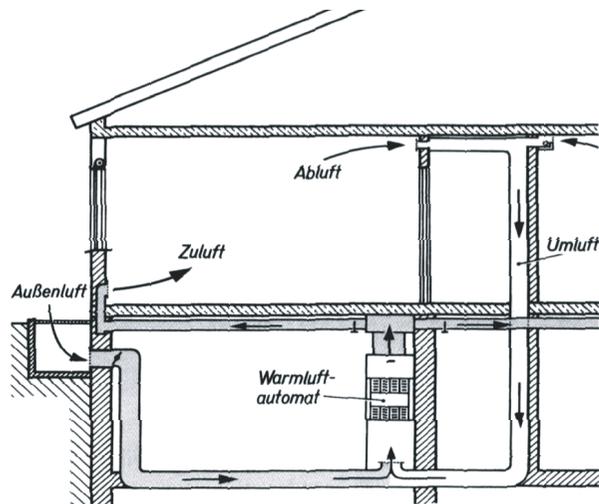
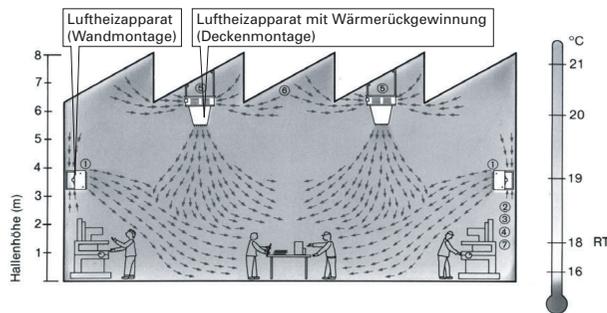
Heizflächen sollten grundsätzlich an den Aussenflächen platziert sein (Kaltluftabfall am Fenster), ausser bei sehr guter Wärmedämmung (Fenster-U-Werte  $< 1 \text{ W/m}^2\text{K}$ )



## Heizungsanlagen mit Luft als Wärmeträger

### Einsatz von Luftheizapparaten

Diese gibt es für Wand- und Deckenmontage zur Beheizung von grossen Einzelräumen (z.B. Fabrikhallen).



### Warmluftheizungssysteme

Warmluftheizungen sind bei uns wenig verbreitet. Neben ihren Vorteilen bieten sie auch einige nicht leicht zu lösende Probleme.

Vorteile:

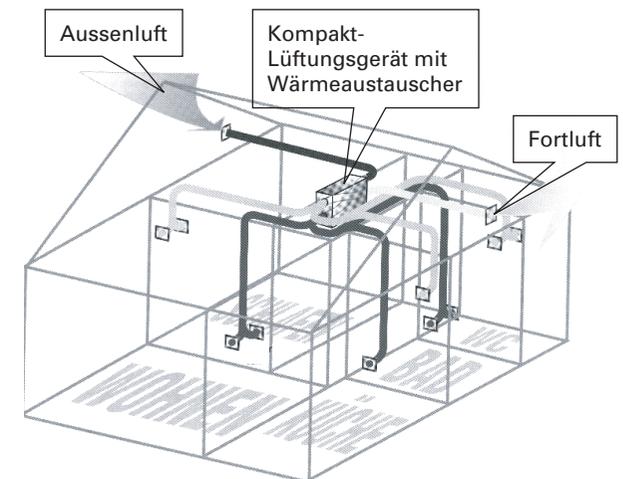
- Schnelles Anpassen an sich ändernde Einstrahlungsverhältnisse auf der einen und an die Heizbedürfnisse auf der anderen Seite
- Günstiges Temperaturprofil im Raum, d.h. geringstmögliche Temperaturunterschiede im Aufenthaltsbereich der Personen
- Wegfall sichtbarer Heizflächen wie bei der Fussbodenheizung, aber grössere Flexibilität bezüglich Raumtrennung und Möblierung
- Keine Einfriergefahr, also günstig für nur zeitweise belegte Gebäude, z.B. Ferienhäuser

Probleme:

- Platzbedarf des Kanalsystems
- Schallübertragung
- Luftumwälzung mit Staub und Gerüchen
- Transport von Luftfeuchtigkeit in kühle Räume mit viel Speichermasse (es «feuchtet» dann in solchen Räumen, bis sie aufgeheizt sind)
- Grösserer Hilfsenergiebedarf (Ventilator)

### Kontrollierte Wohnraumlüftung

Die «Kontrollierte Wohnraumlüftung» oder «Komfortlüftung» stellt eine energiesparende Kombination von Heizungs- und Lüftungssystem dar. Sie wurde dadurch ermöglicht, dass der Transmissionswärmebedarf in den letzten Jahren durch Wärmeschutzmassnahmen stark gesenkt werden konnte, während der Lüftungswärmebedarf aus hygienischen Gründen jedoch konstant geblieben ist. Bei sehr gut wärmedämmten Gebäuden ist der Lüftungswärmebedarf bereits ebenso gross wie der Transmissionswärmebedarf. Wohnlüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung sind nun in der Lage, den Lüftungswärmebedarf stark zu vermindern.



## 4.2.3 Wärmeabgabe

### Heizungsanlagen mit Wasser als Wärmeträger

#### Bodenheizung

##### Vorteile

- grosser Strahlungswärmeanteil bringt Komfort
- besonders tiefe Vor-/Rücklauftemperaturen möglich
- Selbstregeleffekt
- unsichtbar, stört nicht

##### Nachteile

- bei grossen Fensterflächen Kaltluftabfall (wenn U-Wert > 1)
- sehr träge beim Regulieren

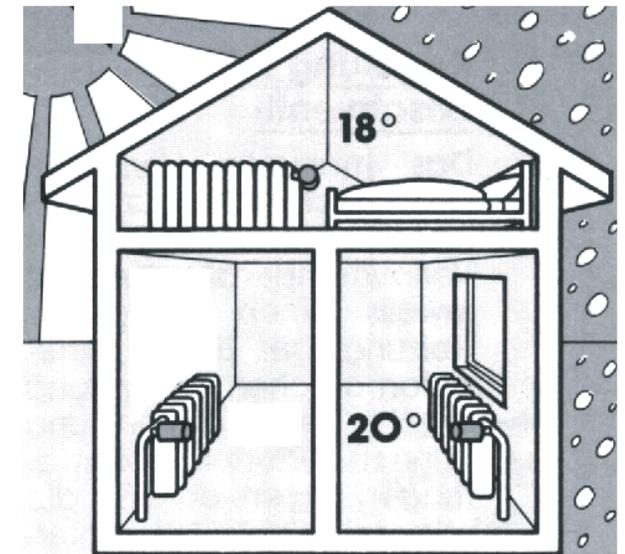
#### Heizkörper

##### Vorteile

- flinke Regulierung
- einfache Einzelraum-Regulierung mit Thermostatventilen
- nachträgliche Anpassungen möglich

##### Nachteile

- höhere Vorlauftemperatur oder sehr grosse Heizkörper (für tiefe Vorlauftemperatur)
- Platzbedarf der Heizkörper



## 4.2.4 Heizungsregelung

### Heizungsanlagen mit Wasser als Wärmeträger

#### Beispiel: Witterungsgeführte Vorlauftemperatur-Regelung

##### Grundprinzip

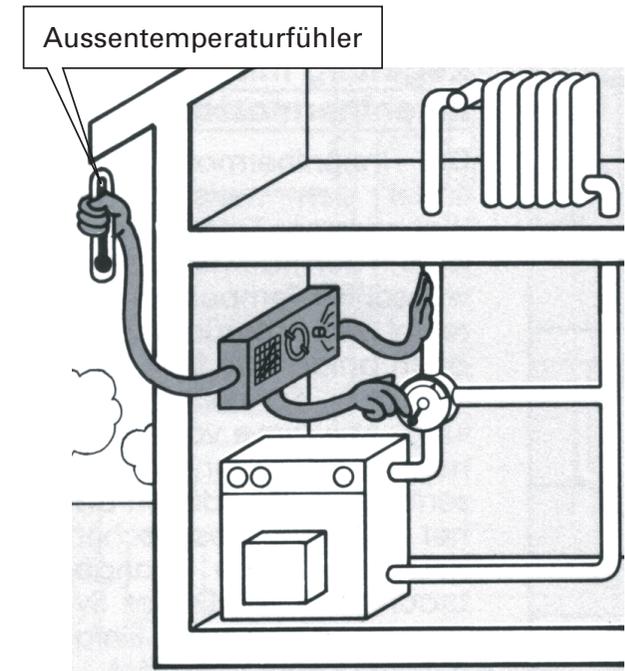
Je tiefer die Aussentemperatur, umso stärker wird das Heizwasser erwärmt.

##### Funktionsweise des Regelgerätes

Das Regelgerät passt die Vorlauftemperatur automatisch den klimatischen Bedingungen an.

Es enthält drei Bedienelemente:

- Die Heizkennlinie, welche die Vorlauftemperatur der Aussenlufttemperatur entsprechend einstellt.
- Eine Schaltuhr, mit der automatisch eine periodische reduzierte Heizleistung oder Abstellung der Heizung erreicht werden kann (z.B. nachts).
- Einen Programmschalter, welcher die Wahl des Heizprogramms der Jahreszeit entsprechend erlaubt, ohne dass die Grundeinstellung geändert werden muss.



#### Beispiel eines Regelgerätes

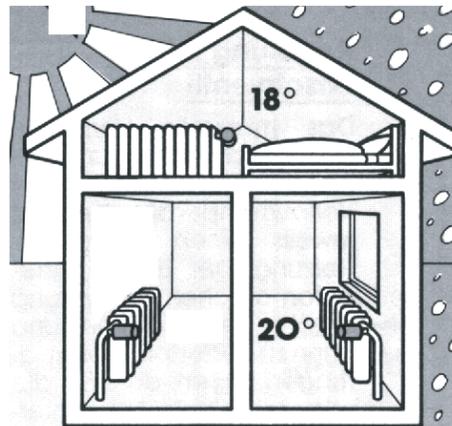


Heute kommen vermehrt multifunktionale Heizungsregler zum Einsatz. Je nach Ausführung haben diese «selbst-lernende» Eigenschaften:

Das Regelsystem kann schwierige Einstellungen – die von Haus zu Haus verschieden sind oder von meteorologischen Gegebenheiten abhängen – selbst optimieren.

### Einzelraumregulierung

In einigen Kantonen sind Einzelraumregulierungen unter gewissen Bedingungen vorgeschrieben.

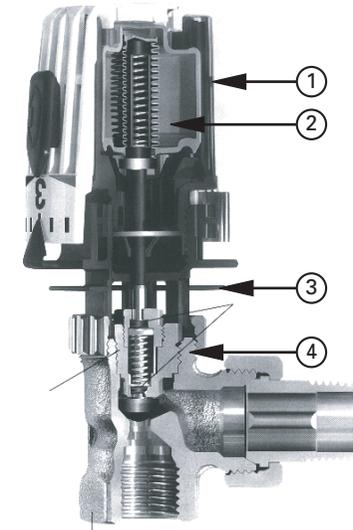


Zusammen mit einer witterungsgeführten Vorlauftemperaturregelung sind individuelle Raumtemperaturen möglich.

### Thermostatische Heizkörperventile

Funktionsweise des thermostatischen Heizkörperventils:

Mit dem Handrad (1) wird der Sollwert eingestellt. Mit steigender Raumtemperatur dehnt sich das Medium im Temperaturfühler (2) aus. Er besteht aus einem gas-, flüssigkeits- oder wachsgefüllten Federbalg. Der Übertragungsstift (3) bewegt den Ventilteller (4) gegen die Ventilöffnung und schliesst damit das Ventil.

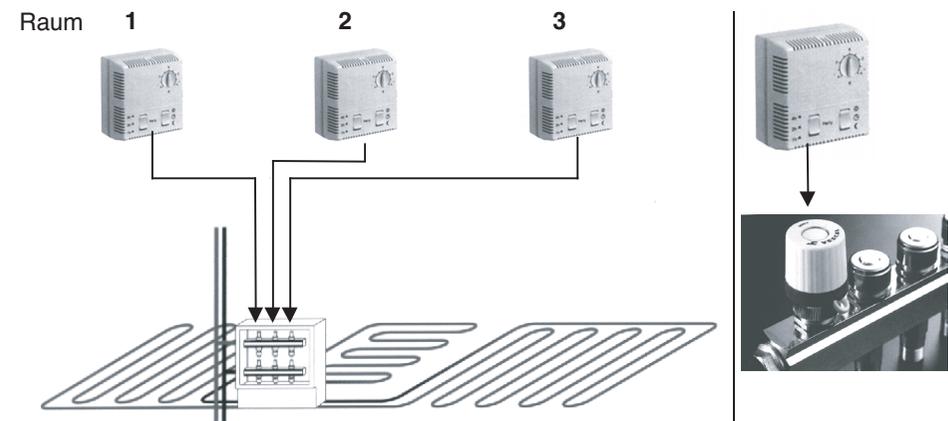


Sinkt die Temperatur im Raum, zieht sich der Fühler zusammen und öffnet über den Stift das Ventil.

### Elektrische Einzelraumregulierung bei Bodenheizungen

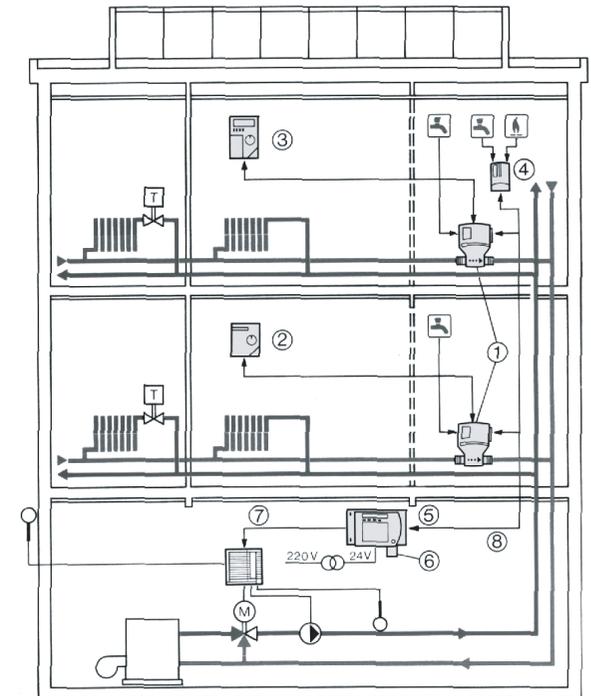
In jedem Raum wird ein Raumtemperaturregler eingesetzt, welcher auf den Stellantrieb am Bodenheizungsverteiler wirkt.

In Niedrigenergiehäusern mit sehr tiefen Vorlauftemperaturen der Bodenheizung kann der Selbstregelleffekt (Wärmeabgabe sinkt, wenn die Bodentemperatur fast der Lufttemperatur entspricht) eine Einzelraumregulierung überflüssig machen.



### Kombinierte Regulierung und Wärmezählung

Moderne Systeme sind in der Lage, die Heizwärme und den Warmwasserverbrauch individuell pro Wohnung zu erfassen und alle Daten zur Erstellung der Abrechnung zu übertragen.

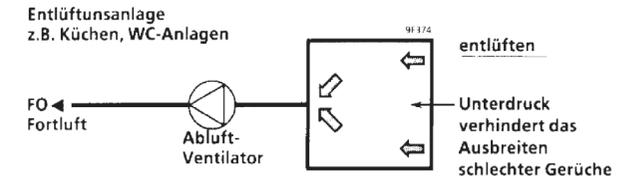
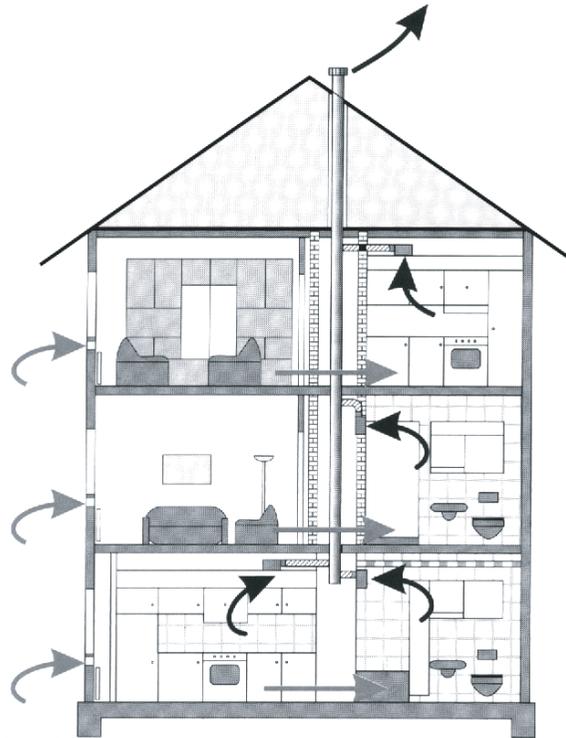


- 1 Wärmezählung zur individuellen Heizkostenabrechnung
- 2 Wohnungstemperatur-Regelung
- 3 Wohnungstemperatur-Regelung, mit mehr Einstellmöglichkeiten
- 4 Erfassung des Warmwasserverbrauchs
- 5 Zentraleinheit
- 6 Datentransfer zur Heizkostenabrechnung
- 7 Datenbus zur Heizungsregelung

## 4.3 Lüftung

### 4.3.1 Entlüftung

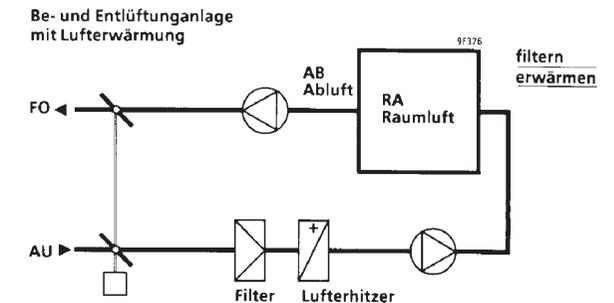
Gemeinsame Entlüftungsanlage für Küchen und Bäder in einem Mehrfamilienhaus



Luft wird mit einem Ventilator aus dem Raum abgesaugt und ins Freie geblasen. Entlüftungen oder Abluftanlagen werden eingesetzt für Räume mit starker Luftbelastung durch Gerüche, Feuchtigkeit, Gase, Dämpfe oder hohe Temperaturen, wie Küchen, Bäder, WC's, Garderoben, Einstellgaragen, Archivräume usw. Für die Zufuhr (bei dichten Fenstern) und Verteilung (Türen) der Ersatzluft sind Öffnungen, u.U. mit Schallschutz, vorzusehen.

### 4.3.2 Be- und Entlüftung

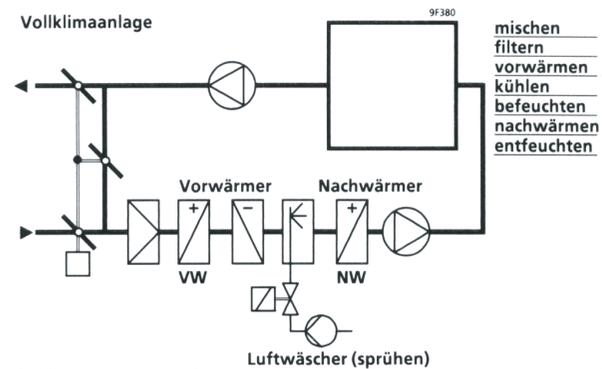
Die Luft wird durch einen Zuluftventilator in den Raum befördert und durch einen Abluftventilator aus dem Raum abgesaugt.



### 4.3.3 Klimaanlage

Klimaanlagen werden dort erforderlich, wo Temperatur und Feuchte der Luft innerhalb vorgegebener Grenzen konstant zu halten sind, z.B. in EDV-Räumen.

In der Regel enthalten sie daher Einrichtungen für alle vier thermodynamischen Luftbehandlungsmethoden: heizen, kühlen, befeuchten, entfeuchten.



### 4.3.4 Kontrollierte Wohnraumlüftung

Siehe vorne, unter Kapitel 4.2.2

Klimaanlagen haben einen hohen Energiebedarf und sollten nur unter besonderen Umständen erstellt werden. In einigen Kantonen bedürfen sie eines Bedarfsnachweises.

## 4.4 Warmwasserversorgung

### 4.4.1 Einleitung

Die meisten Wärmeerzeugungsanlagen liefern auch die Wärme für das Warmwasser, wofür ein separater Warmwasserspeicher oder ein kombinierter Heizungs-/Warmwasserspeicher aufgestellt wird. Von der Heizung getrennte Wassererwärmer sind als Elektrowassererwärmer, Wärmepumpenwassererwärmer oder Solarwassererwärmer gebräuchlich.

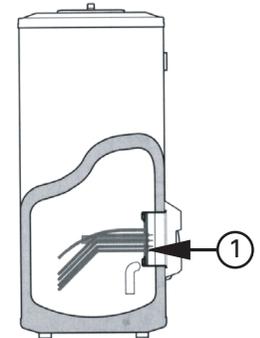
Anforderungen an eine Warmwasserversorgung:

- Das Warmwasser soll mit der gewünschten Temperatur und Menge ohne grosse Verzögerung zur Verfügung stehen.
- Die Warmwassertemperatur soll an den Entnahmestellen regelbar sein.
- Das Warmwasser soll hygienisch einwandfrei sein.
- Der Betrieb soll kostengünstig, energiesparend und umweltfreundlich sein.

### 4.4.2 Wassererwärmung

Der Elektro-Speicherwassererwärmer ist recht verbreitet, er ist in rund 30% aller Wohnungen (inkl. Einfamilienhäuser) installiert. Er wird in der Regel mit dem günstigen Nachtstrom auf ca. 60 °C aufgeheizt. Auch Nachtstrom kommt jedoch meist teurer als Erdgas.

Unten im Wassererwärmer ist ein Elektroheizeinsatz (1) eingebaut.



Kombinierte Wassererwärmungssysteme mit einem Speicherwassererwärmer für die Aufheizung mit fossilen Brennstoffen und alternativ mit Elektroheizeinsatz sind öfters anzutreffen. Sie lassen sich auch mit Sonnenkollektoren kombinieren.

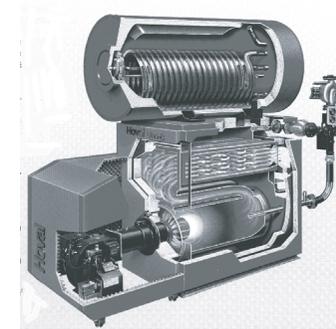
Vorteil: In der Regel wird der Warmwasserspeicher nur einmal täglich aufgeheizt, der Wärmeerzeuger muss nicht in Bereitschaft sein (geringere Bereitschaftsverluste).



### Hochleistungswassererwärmer.

In grossen Mehrfamilienhäusern kommt infolge des hohen Warmwasser-Spitzenbedarfes oft ein Hochleistungswassererwärmer zum Einsatz, der an den Heizwärmeerzeuger angeschlossen ist.

In Neubauten reicht die verfügbare Heizleistung dafür nicht aus, sodass Beistellspeicher mit externer Ladung vorteilhafter sind.



### Luft/Wasser-Wärmepumpen für die Warmwasserversorgung.

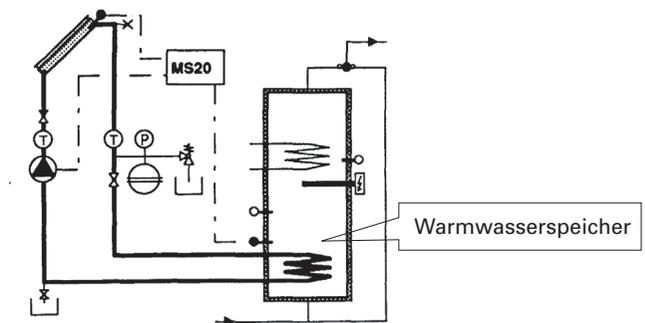
Kompaktapparat mit Kellerluft als Wärmequelle.

Für grössere Anlagen wird Aussenluft als Wärmequelle benötigt.



### Solare Wassererwärmung.

Solche Anlagen sind in der Regel mit einer zusätzlichen Heizung versehen, z.B. Elektro-, Gas- oder Ölheizung.



#### 4.4.3 Warmwasserverteilung

Grundsatz: Der Wassererwärmer soll möglichst nahe bei den Verbrauchern angeordnet werden, dies verringert Verteilverluste und Installationskosten.

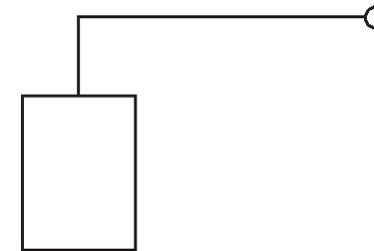
Die Verteilung des Warmwassers erfolgt nach 3 Systemen:

##### Einzelzapfstellensystem

Vorteil: keine Zirkulationsverluste

Nachteile: Ausstossverluste

Nur kurze Anschlussleitungen möglich



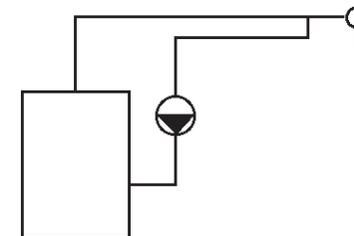
##### Zirkulationssystem

Vorteile: sofort Warmwasser zur Verfügung  
geringe Ausstossverluste

Nachteile: Umwälzpumpe und Zirkulationsleitung erforderlich

Erhöhte Kosten für Investition und Unterhalt

Wärmeverluste im zirkulierenden Warmwasser

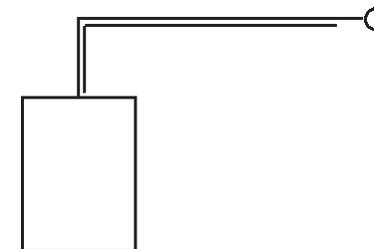


##### Einzelzapfstellensystem mit Rohrbegleitheizung

Vorteile: sofort Warmwasser zur Verfügung  
geringe Ausstossverluste

Nachteile: Rohrbegleitheizung erforderlich  
Erhöhte Kosten für Investition und Unterhalt

Wärmeverluste im stehenden Warmwasser



## 4.5 Alternative effiziente Techniken der Wärmeversorgung

### Fernwärmenetze



Ein Postulat der rationellen Energienutzung ist, dass Abwärme, die in grösseren Mengen anfällt, zu Heizzwecken herangezogen wird, sofern diese ökologisch und ökonomisch tragbar ist. Kehrlichtverbrennungs- und Abwasserreinigungsanlagen bieten dafür interessante Möglichkeiten.

### 4.5.1 Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA)

In der Schweiz fallen Jahr für Jahr 3 Millionen Tonnen Kehrlicht an, mit einem Energieinhalt von etwa 3,5 kWh/kg, was knapp 1/3 des Energieinhalts von 1 kg Erdöl entspricht. Abfall ist damit ein interessanter Energieträger, mit einem Potenzial von 20 % des heutigen Heizölverbrauchs.

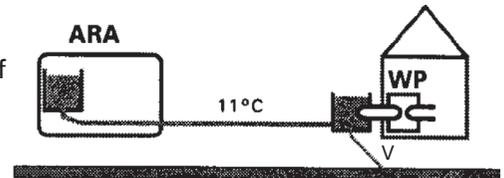
Dieser Abfall wird zum Teil immer noch deponiert, womit die enthaltene Energie ungenutzt bleibt, zum Teil in Kehrlichtverbrennungsanlagen verbrannt. Die meisten Kehrlichtverbrennungsanlagen verfügen aber über keine oder nur marginale Fernwärmenetze zur Nutzung der Abwärme.

So werden heute insgesamt lediglich ca. 30 % des Energieinhalts in Form von Elektrizität und Wärme energetisch genutzt.

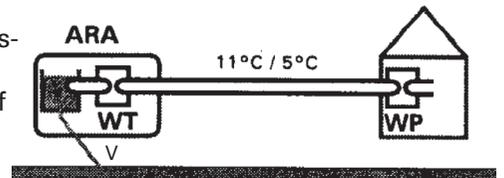
Eine weitgehende Abwärmenutzung aus Kehrlichtverbrennungsanlagen ist auch künftig nur in grösseren Agglomerationen möglich. Dank fortschreitender Entgiftung aller Produkte wären aber grosse und zunehmende Anteile des Mülls in speziellen Anlagen vollständig energetisch nutzbar. So lässt sich Altholz sowohl in Kleinanlagen mit Staubfiltern und Entstickungsanlagen für die Quartierheizung als auch für die Zementherstellung einsetzen.

### 4.5.2 Abwasserreinigungsanlagen (ARA)

Offener Kreislauf



Geschlossener Kreislauf



WT = Wärmeaustauscher  
WP = Wärmepumpe  
V = Ablauf in den Vorfluter (Gewässer)

Aus all den rund 1000 Abwasserreinigungsanlagen der Schweiz fliesst auch in den kältesten Wintermonaten zirka 10 °C warmes, gereinigtes Wasser ab. Diese relativ hohe Temperatur und die Verfügbarkeit in der Nähe von Siedlungsgebieten machen Abwasserreinigungsanlagen zu ausgezeichneten Quellen für die Gebäudeheizung mittels Wärmepumpen. Die Verteilnetze für derartige «kalte Fernwärme» sind viel kostengünstiger als wärmegeämmte für hohe Temperaturen. Aufgrund von Abklärungen von «Energie 2000» liegt das in der Schweiz nutzbare Potenzial bei rund 4000 GWh oder 5 % des heutigen Heizwärmebedarfs.

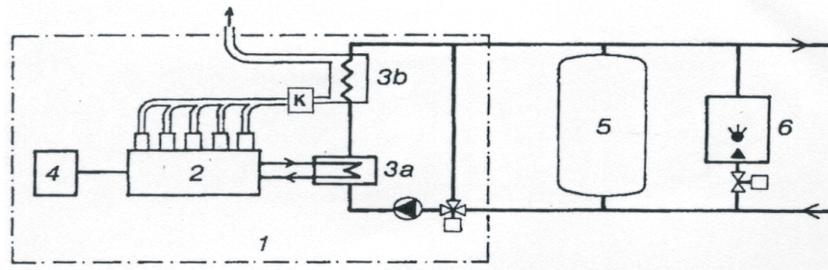
#### 4.5.3 Prozessabwärme

Die Abwärme von Kälteanlagen wurde früher vollständig über Kühltürme an die Umgebung abgegeben. In den Filialen von Grossverteilern wurde bereits 1981 begonnen, diese Abwärme für die Warmwassererwärmung und Raumheizung einzusetzen. Dies war die tragendste Massnahme, mit der im Rahmen der systematischen Verbrauchsbewirtschaftung in allen Filialen der Wärmeverbrauch auf nur noch 40 % des ursprünglichen Wertes gesenkt werden konnte.

#### 4.5.4 Blockheizkraftwerke, Wärme-Kraft-Koppelung

Wird in grösseren Anlagen Brennstoff (Erdöl oder Erdgas) zum Antrieb von Motoren eingesetzt, so kann rund ein Drittel der Energie in hochwertiger Form als Elektrizität oder Kraft abgegeben werden. Damit kann man beispielsweise (auch) eine Wärmepumpe antreiben, die ihrerseits etwa das Dreifache der Antriebsenergie als Nutzwärme abgibt. Diesen Prozess bezeichnet man als Wärme-Kraft-Koppelung. In der Regel steht die Produktion von Kraft im Vordergrund.

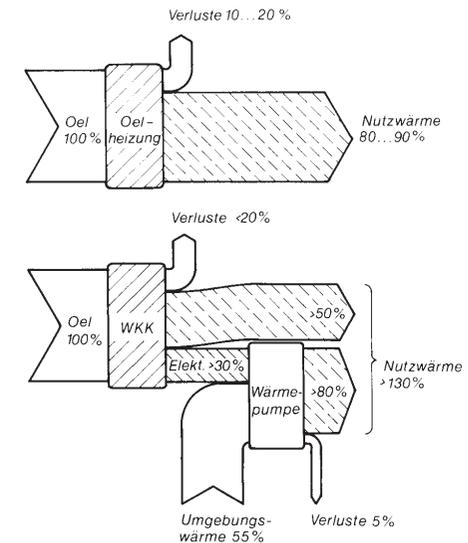
Prinzipschema einer Anlage mit Blockheizkraftwerk BHKW



- 1 BHKW
- 2 Gas- oder Dieselmotor
- 3a Kühlwasser-Wärmeaustauscher
- 3b Abgas-Wärmeaustauscher
- 4 Generator
- 5 Speicher
- 6 Spitzen-Heizkessel
- K Katalysator

#### Energieflussdiagramme

Der Vergleich der Wärmeflussbilder von Ölheizungen und Wärmekraftkoppelungen WKK zeigt, dass eine Wärmekraftkoppelung mit Wärmepumpe etwa 40 % Primärenergie (Öl, Gas) einspart. Wird die Motorabwärme nicht ganzjährig voll genutzt, so vermindert sich natürlich der Gesamtnutzungsgrad.



Eine neue Wärme-Kraft-Koppelungstechnologie ist die Brennstoffzelle. Bereits sind Prototypen zur Wärme- und Stromversorgung von EFH und MFH im Einsatz.

Siehe auch Modul 5, Elektroberufe

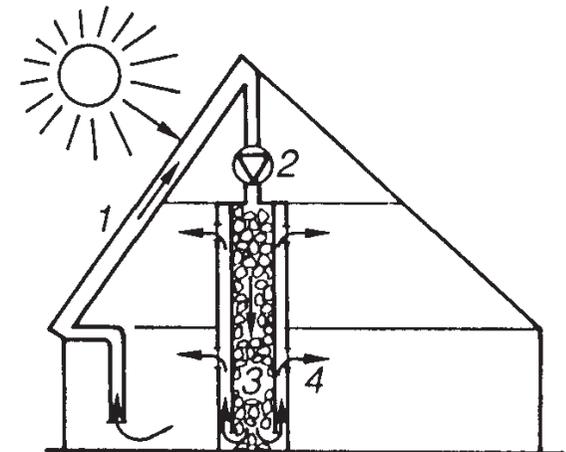


So sieht ein Brennstoffzellen-Heizkessel aus.

#### 4.5.5 Solare Gebäudeheizung

Es gibt auch Systeme mit einem geschlossenen Luftkreislauf und Hypokaust-Heizflächen.

Die angesaugte Raumluft wird im Luftkollektorfeld (1) erwärmt und vom Ventilator (2) durch den Speicher (3) zu den Luftauslässen (4) gedrückt.





## 5 Aufgaben, Lösungsvorschläge

### Lernauftrag 1

#### Anlagekomponenten

In der Schweiz hat (fast) jedes Gebäude eine Heizungsanlage.

#### Sie benötigen folgende Hilfsmittel:

Fachinformation

#### Bearbeitungsaufgabe:

Erstellen Sie eine Liste, mit welcher Energieart das von Ihnen ausgewählte Gebäude (Ihr Wohnhaus, das Schulhaus usw.) beheizt wird. Tragen Sie die möglichen Energiearten in einer Gruppenarbeit zusammen. Versuchen Sie zu erfahren, warum in den Gebäuden die jeweilige Energieart zum Einsatz kommt.

### Lernauftrag 2

#### Energieart

Die verschiedenen Energiearten haben Vor- und Nachteile.

#### Sie benötigen folgende Hilfsmittel:

Fachliteratur

#### Bearbeitungsaufgabe:

Erstellen Sie eine Liste mit verschiedenen Energieträgern für die Gebäudeheizung und suchen Sie Vor- und Nachteile in Bezug auf Ökologie und Ökonomie.



### Lernauftrag 3

#### Energiebedarf

Der Energiebedarf pro Wohneinheit ist sehr unterschiedlich.

#### Sie benötigen folgende Hilfsmittel:

Mitarbeit Ihres Hauswartes (der Eltern usw.)

#### Bearbeitungsaufgabe:

Ermitteln Sie den Energiebedarf für Heizung, Warmwasser, Elektrizität Ihres Wohngebäudes. Rechnen Sie diese Werte pro Wohneinheit um und vergleichen Sie die Ergebnisse mit denjenigen Ihrer Mitschüler.

### Lernauftrag 4

#### Wärmeverteilung / Wärmeabgabe

In den verschiedenen Gebäuden kommen diverse Wärmeverteilungssysteme zum Einsatz.

#### Sie benötigen folgende Hilfsmittel:

Fachinformation

Mitarbeit des Hauswartes (der Eltern usw.)

#### Bearbeitungsaufgabe:

Versuchen Sie herauszufinden, weshalb in Ihrem Wohngebäude das vorhandene System gewählt wurde und welche Vor- oder auch Nachteile das eingebaute System hat. Vergleichen Sie Ihre Erkenntnisse mit denjenigen Ihrer Mitschüler.

### Lernauftrag 5

#### Heizungsregelung

Jede Heizungsanlage hat Regeleinrichtungen.

#### Sie benötigen folgende Hilfsmittel:

Heizungsanlage in Ihrem Wohnhaus, Schulhaus usw.

#### Bearbeitungsaufgabe:

Versuchen Sie herauszufinden, wie die Heizungsanlage reguliert wird. Welche Möglichkeit besteht, die Raumtemperatur individuell einstellen zu können? Schreiben Sie die vorhandenen Funktionen auf, und besprechen Sie diese mit einer Fachperson (Hauswart, Heizungsfachmann usw.). Präsentieren Sie die Ergebnisse Ihrer Abklärungen in der Klasse.



### Lernauftrag 6

#### Lüftungssysteme

In einigen Geschäftshäusern sind Lüftungs- oder Klimaanlage installiert.

#### Sie benötigen folgende Hilfsmittel:

Fachinformation

Mitarbeit eines Hauswartes

#### Bearbeitungsaufgabe:

Versuchen Sie herauszufinden, welche Aufgabe das eingebaute System hat und wie weit die Erwartungen der Benutzer erfüllt werden.

Vergleichen Sie die Erkenntnisse mit denjenigen Ihrer Mitschüler.

### Lernauftrag 7

#### Energieschwachstellen

#### Sie benötigen folgende Hilfsmittel:

Informationen der Gebäudebetreiber.

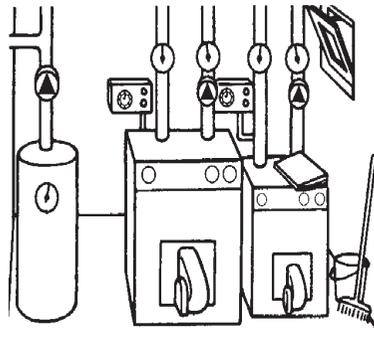
#### Bearbeitungsaufgabe:

Versuchen Sie herauszufinden, wo Energieschwachstellen in der Haustechnik vorhanden sind. Welche Massnahmen sind vorgesehen, diese Schwachstellen zu beheben?

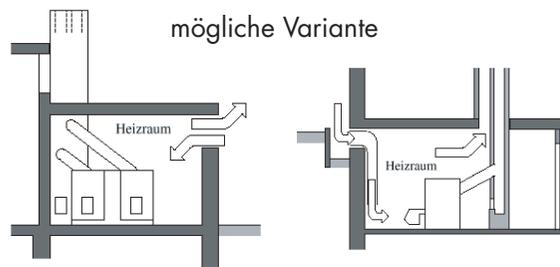
## Lösungsbeispiele zum Lernauftrag 7

### Heizungsanlage

- Die Brennerlaufzeit sollte 4 bis 6 Minuten betragen.
- Umwälzpumpen sollen nur bei Bedarf in Betrieb sein.

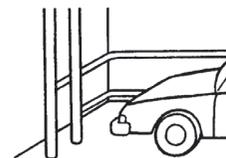


- Zu grosse Frischluftöffnung ist nachteilig (lassen Sie sich von einer Fachperson beraten).



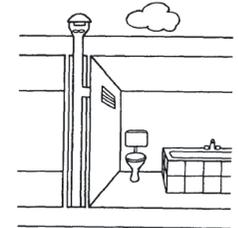
### Wärmedämmung

- Entsprechen die Leitungen dem Stand der Technik, sind sie wärmedämmt?



### Lüftungsanlagen

- Sind die Betriebszeiten der Lüftungsanlagen den Anforderungen angepasst?



### Einzelraumregulierung

- Sind die Regelgeräte für die Einzelraumregulierungen richtig eingestellt?



### Cheminées

- Wird durch das Cheminée warme Raumluft abgezogen? (Kontrolle z.B. mit einer Kerze)
- Gibt es eine direkte Aussenluftzufuhr zum Cheminée?



## 6 Weiterführende Literatur

### Forschungsergebnisse

- Impulsprogramme des ehemaligen Bundesamtes für Konjunkturfragen  
Bezugsquelle: EDMZ, 3000 Bern  
(ebenfalls auf CD-ROM erhältlich)


 RAVEL

 IP BAU

 PACER

- Forschungsstelle Solararchitektur  
Publikationsbestellung:  
ETH-Hönggerberg, 8039 Zürich

### Firmenunterlagen von Lieferanten der Heizungs- technikbranche, z.B.

- Hoval Herzog AG, General Wille-Str. 201, 8706  
Feldmeilen
- Brennwald AG, Dammstr. 12, 8810 Horgen
- Viessmann (Schweiz) AG, Händlistr. 11, 8957  
Spreitenbach
- Tobler Gebr. AG, Steinackerstr. 10, 8902 Urdorf
- Grundfos Pumpen AG, Bruggacherstr. 10, 8117  
Fällanden

### Internetadressen

Institutionen:

- [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)
- [www.infoenergie.ch](http://www.infoenergie.ch)
- [www.strom.ch](http://www.strom.ch)
- [www.erdoel.ch](http://www.erdoel.ch)
- [www.erdgas.ch](http://www.erdgas.ch)
- [www.energie.ch](http://www.energie.ch)
- [www.swissolar.ch](http://www.swissolar.ch)
- [www.vhe.ch](http://www.vhe.ch) (Vereinigung für Holzenergie)

Firmen:

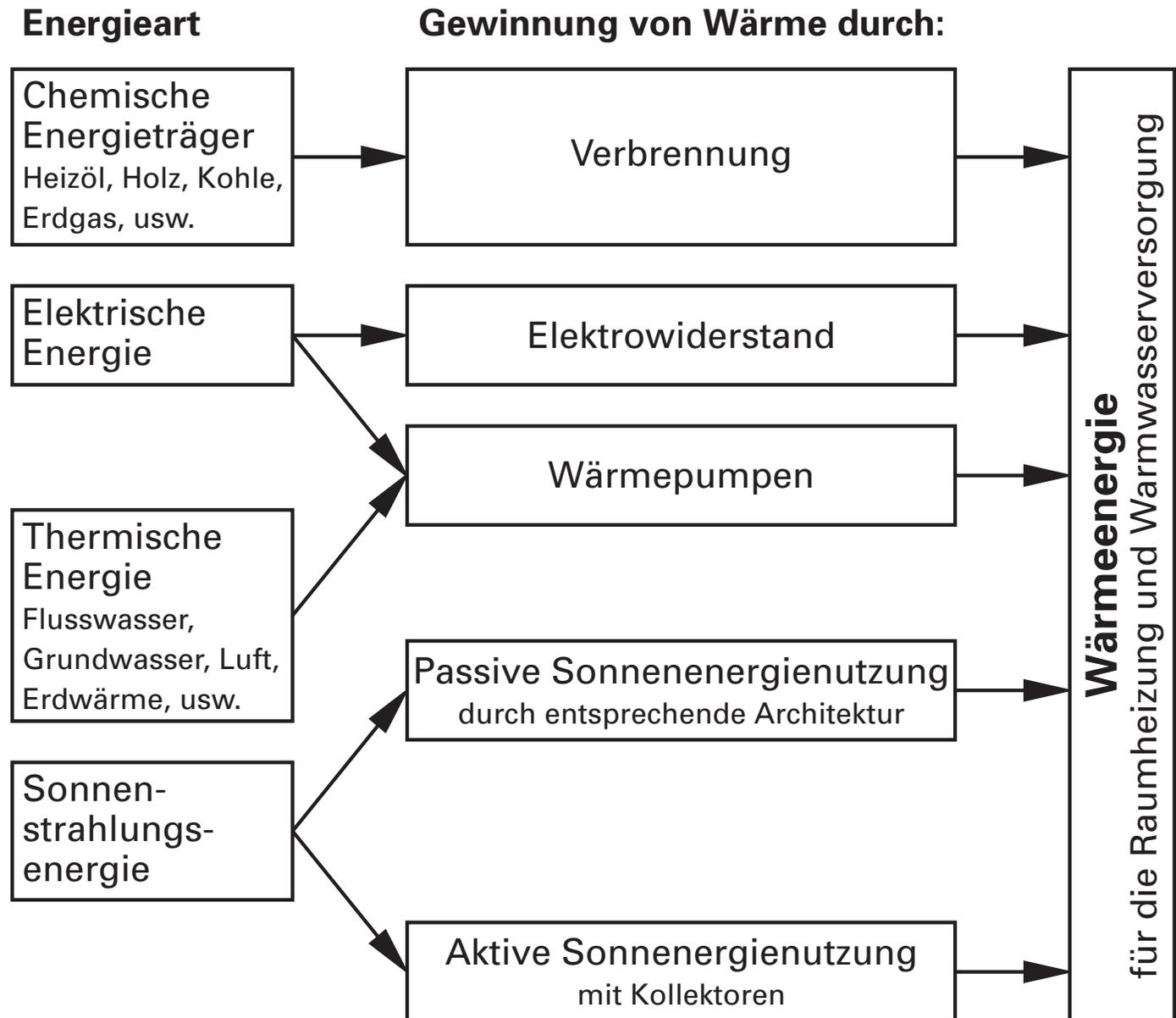
- [www.hoval.ch](http://www.hoval.ch)
- [www.brennwald.ch](http://www.brennwald.ch)
- [www.viessmann.com](http://www.viessmann.com)
- [www.grundfos.com](http://www.grundfos.com)
- [www.holzfeuerung.ch](http://www.holzfeuerung.ch) (Schmid AG)

## 7 Bild- und Textnachweis

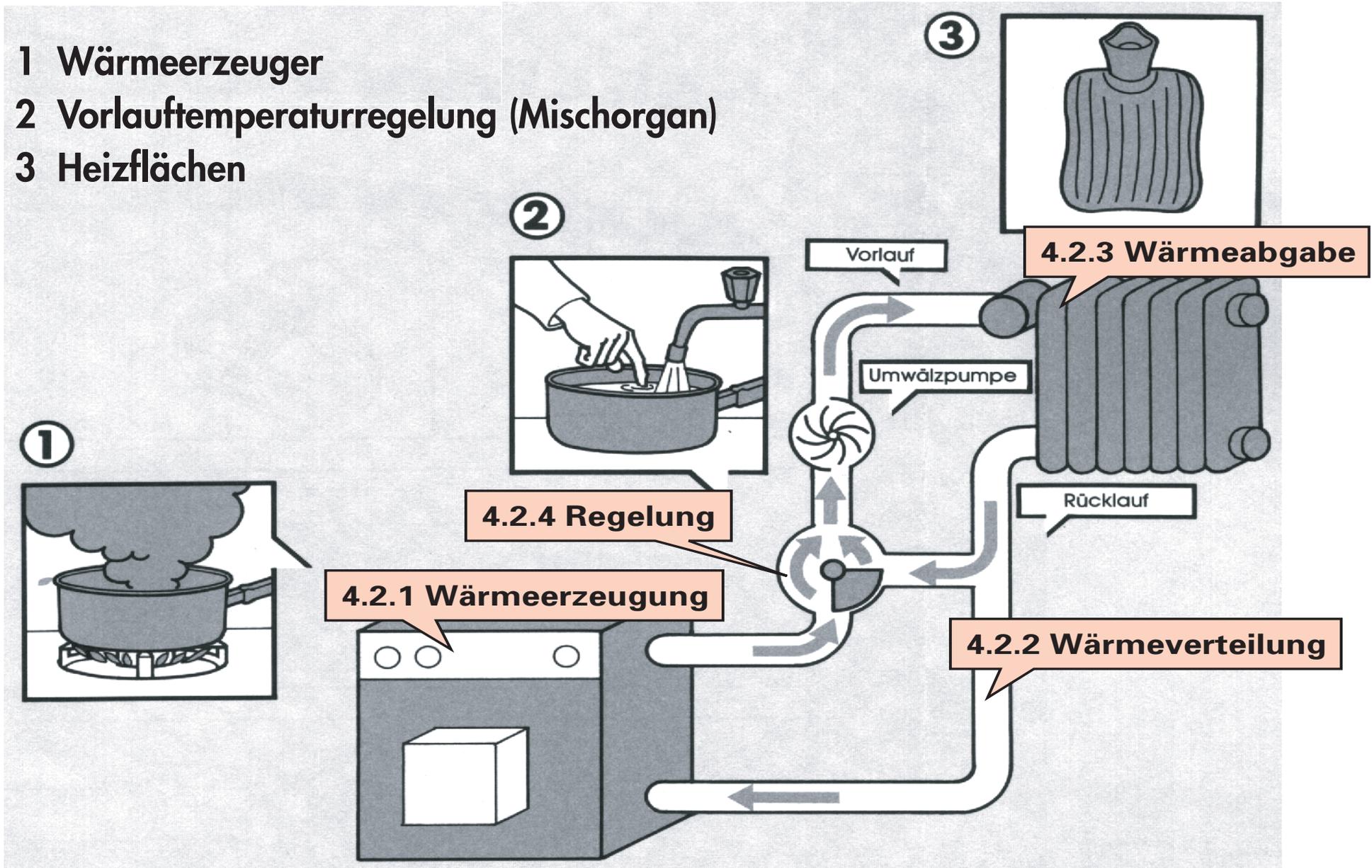
- Publikationen des Bundesamtes für Energie
- Publikationen des ehemaligen Bundesamtes für Konjunkturfragen
- Grundlehrmittel «Energie – Schlüsselgrösse unserer Zeit», Sauerländer, Aarau  
Schülerheft und Handbuch für Lehrkräfte  
Bezugsquelle: Walter Gille, Zürichbergstrasse 46a, 8044 Zürich

Alle Werkfotos und Zeichnungen wurden von den Lieferanten zur Verfügung gestellt.

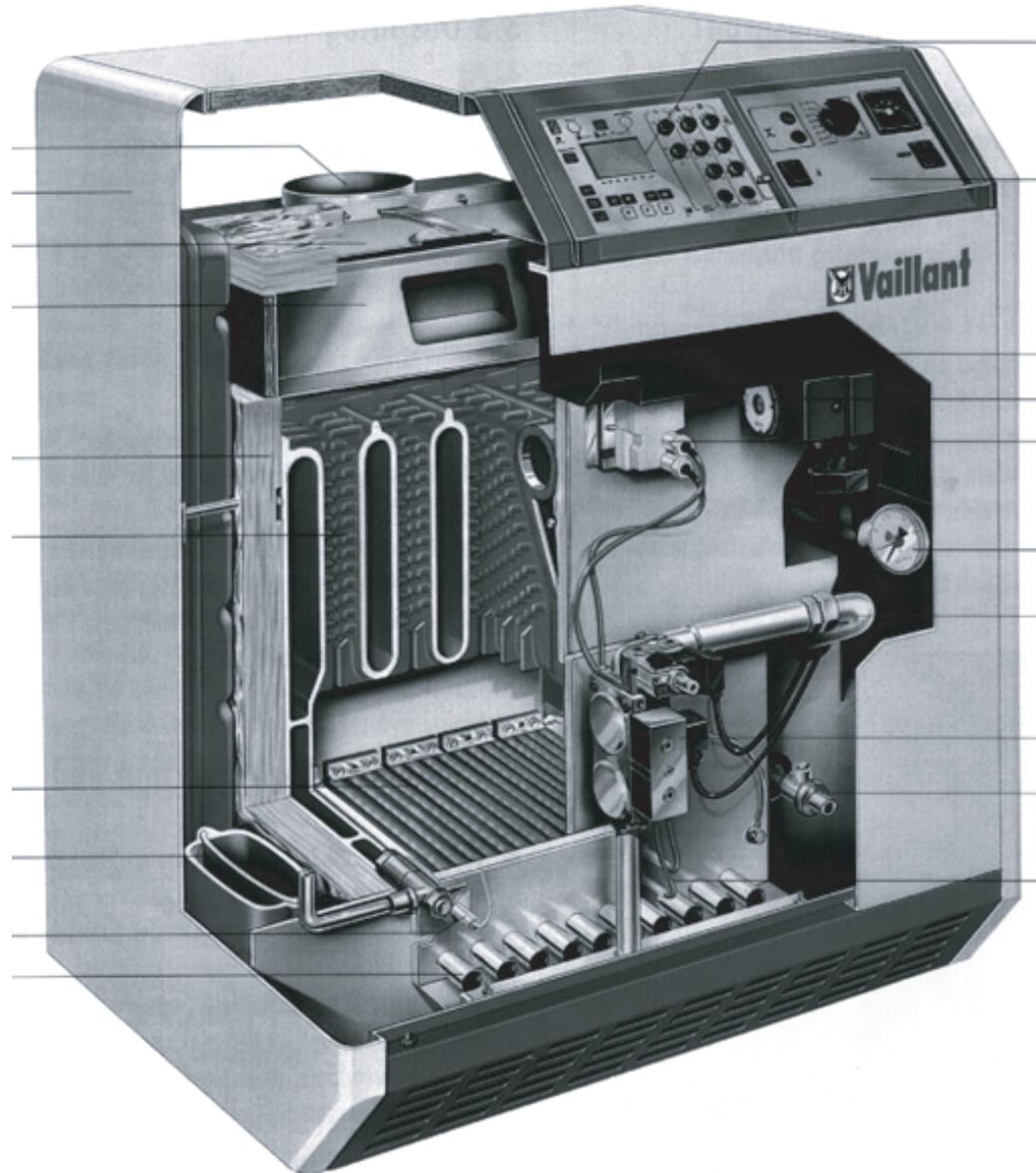
## 8 Vorlagen

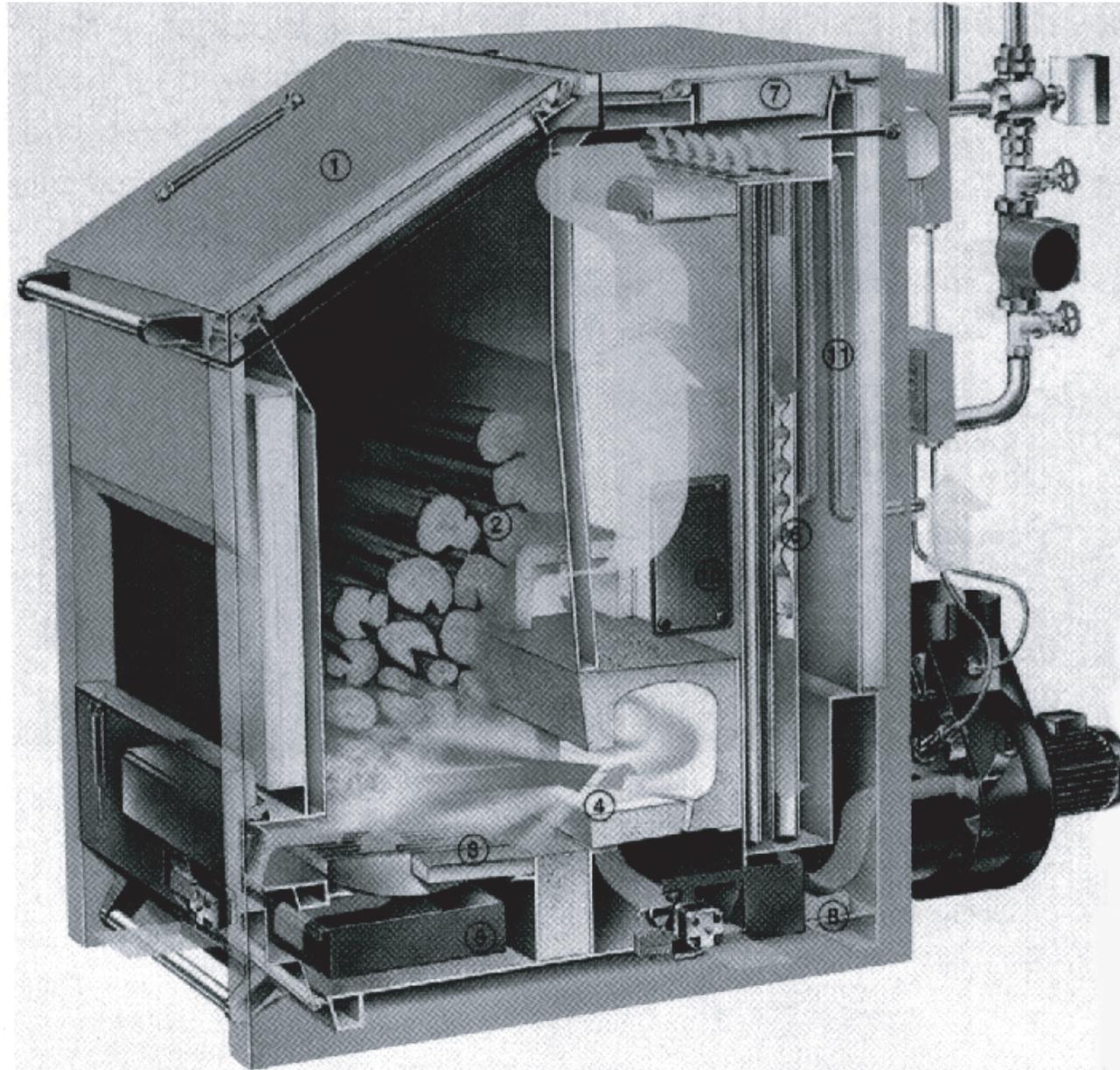


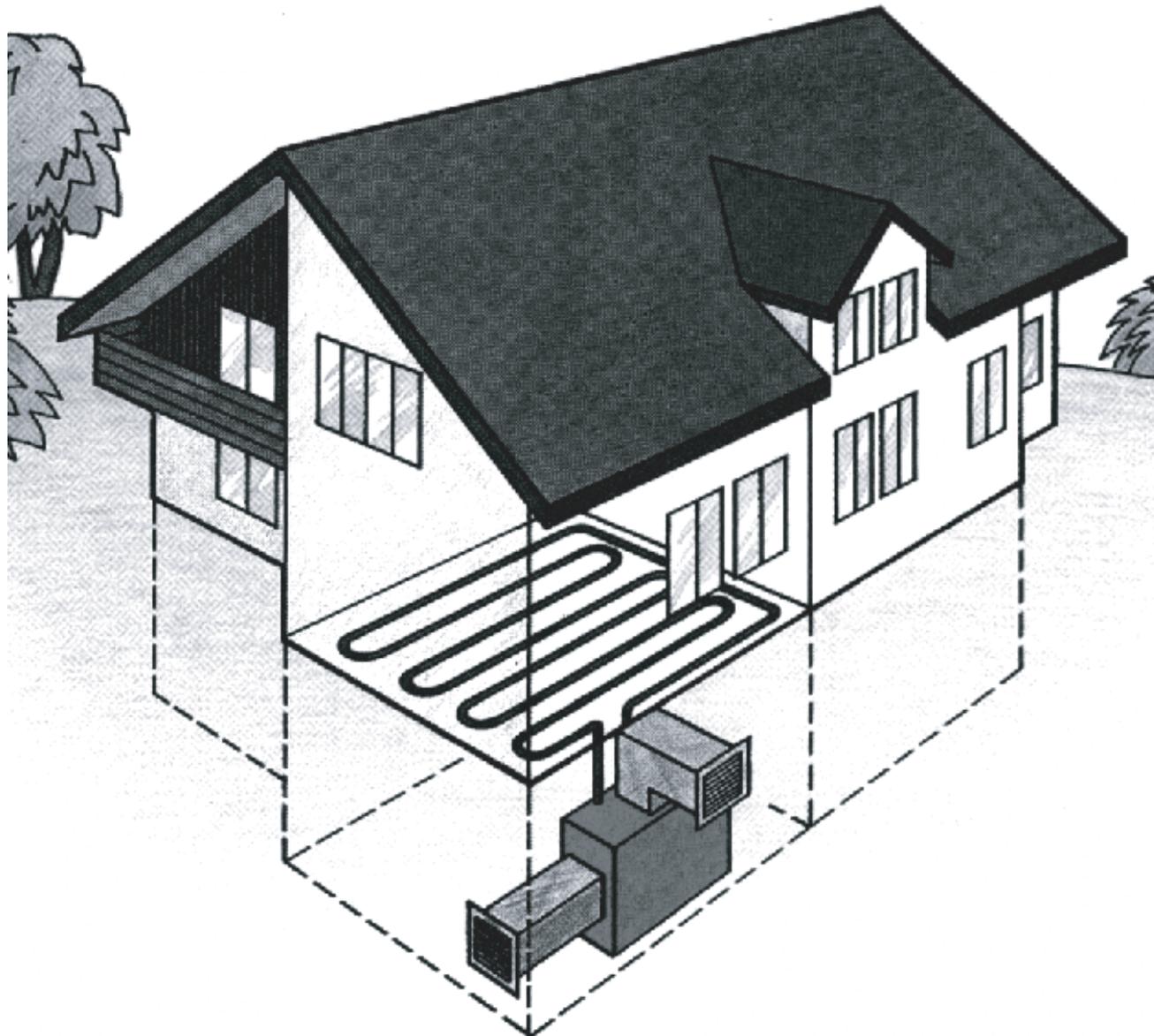
- 1 Wärmeerzeuger
- 2 Vorlauftemperaturregelung (Mischorgan)
- 3 Heizflächen

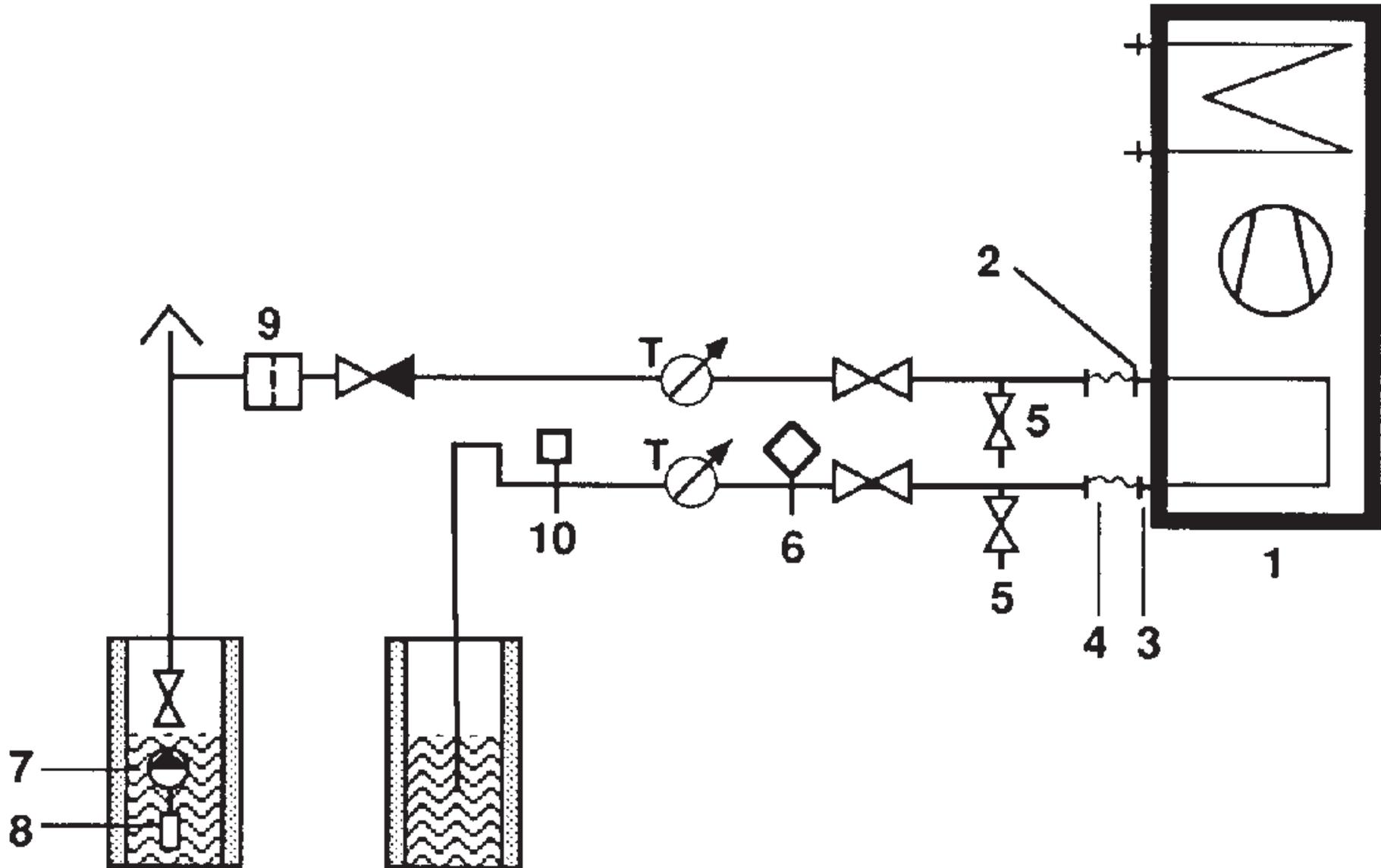




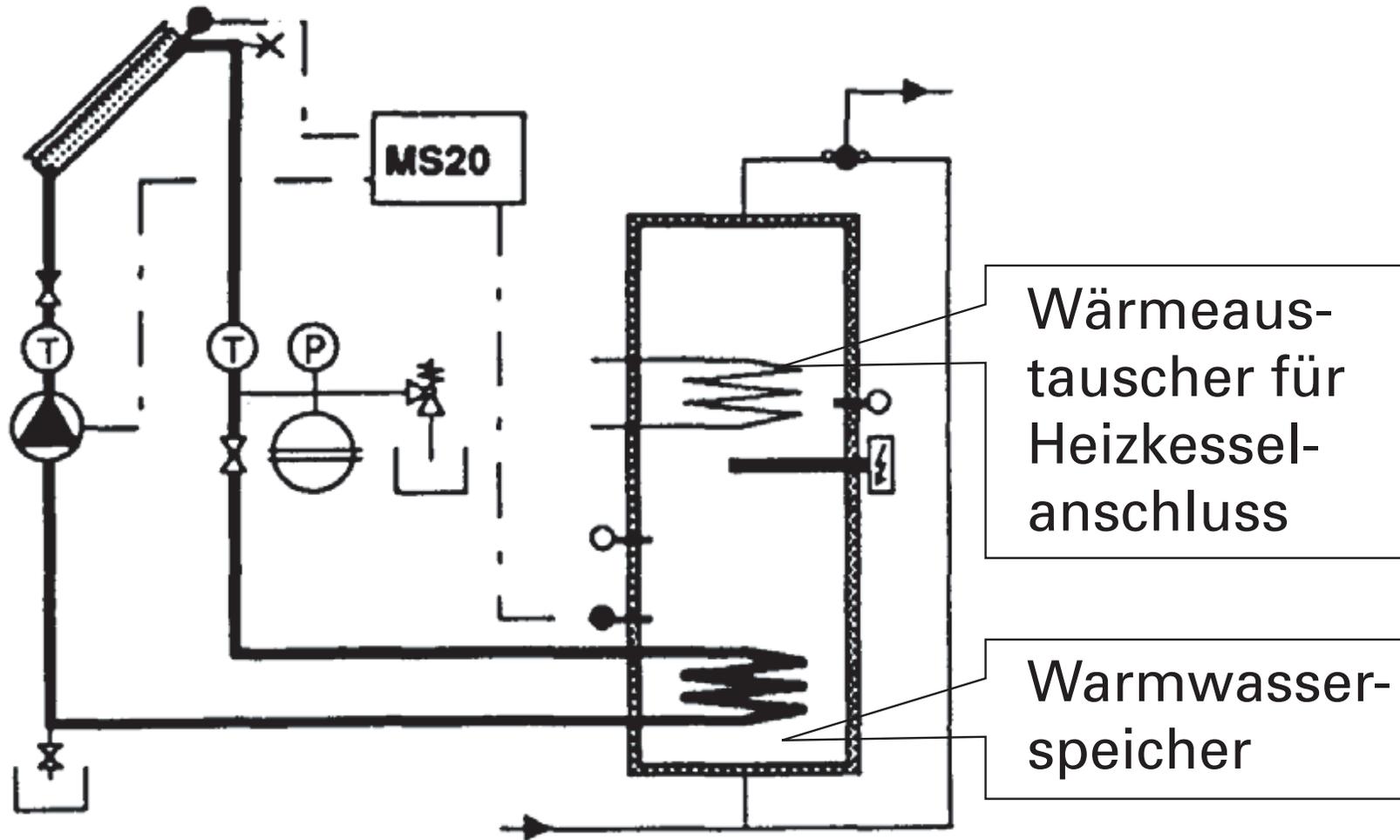


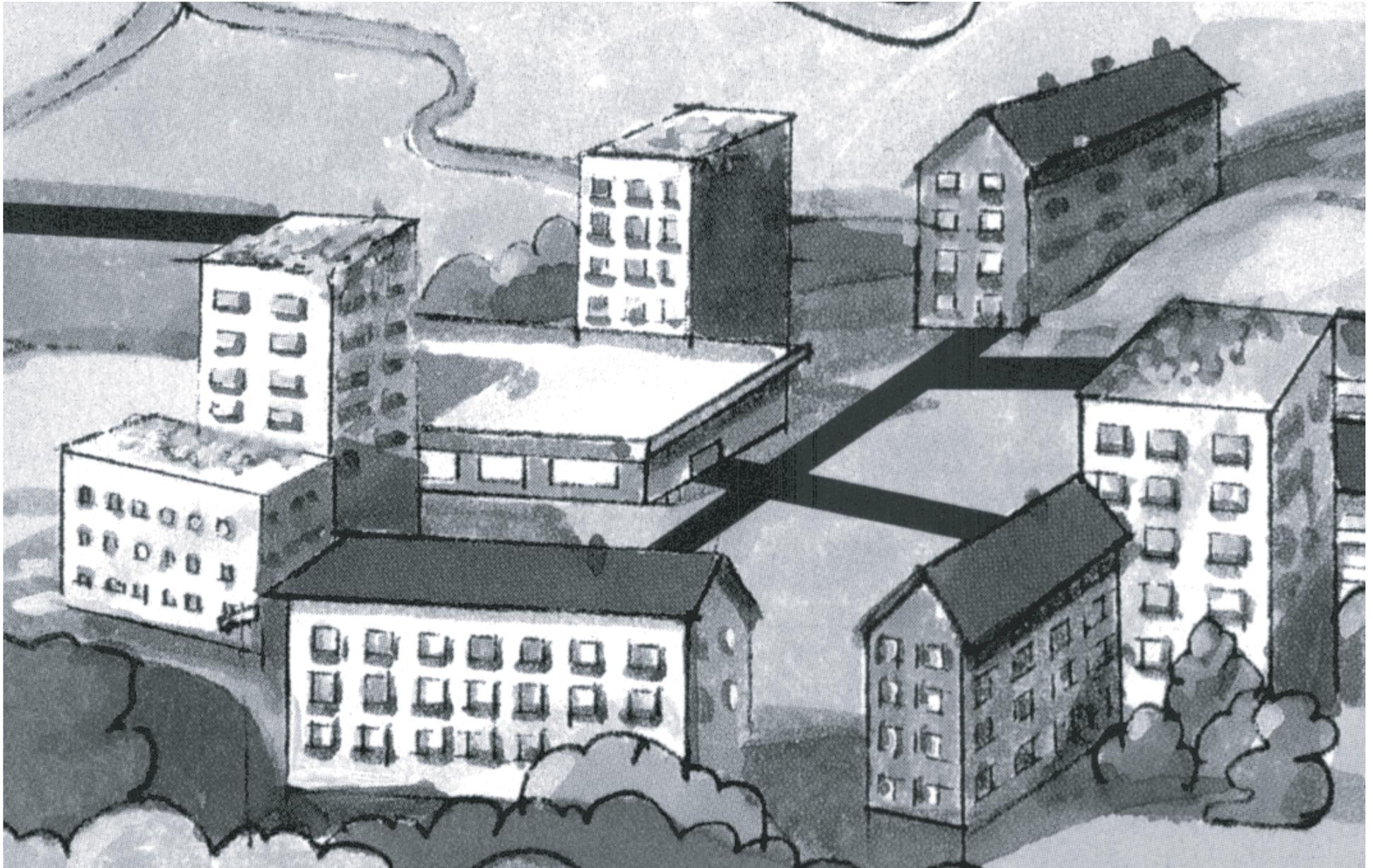


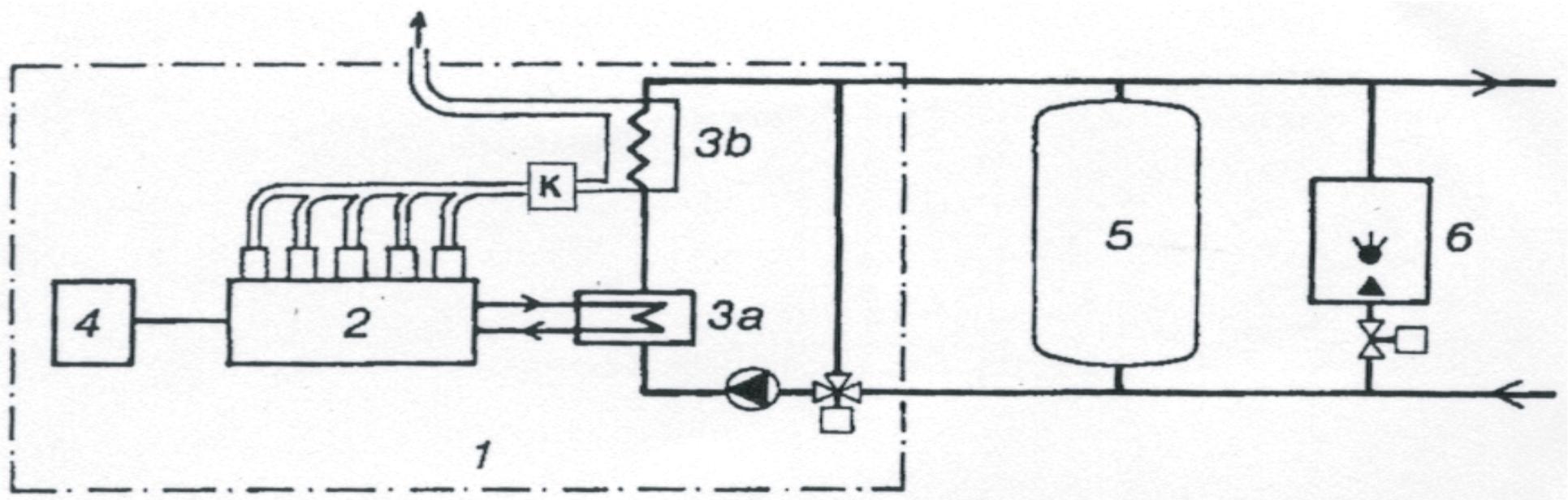




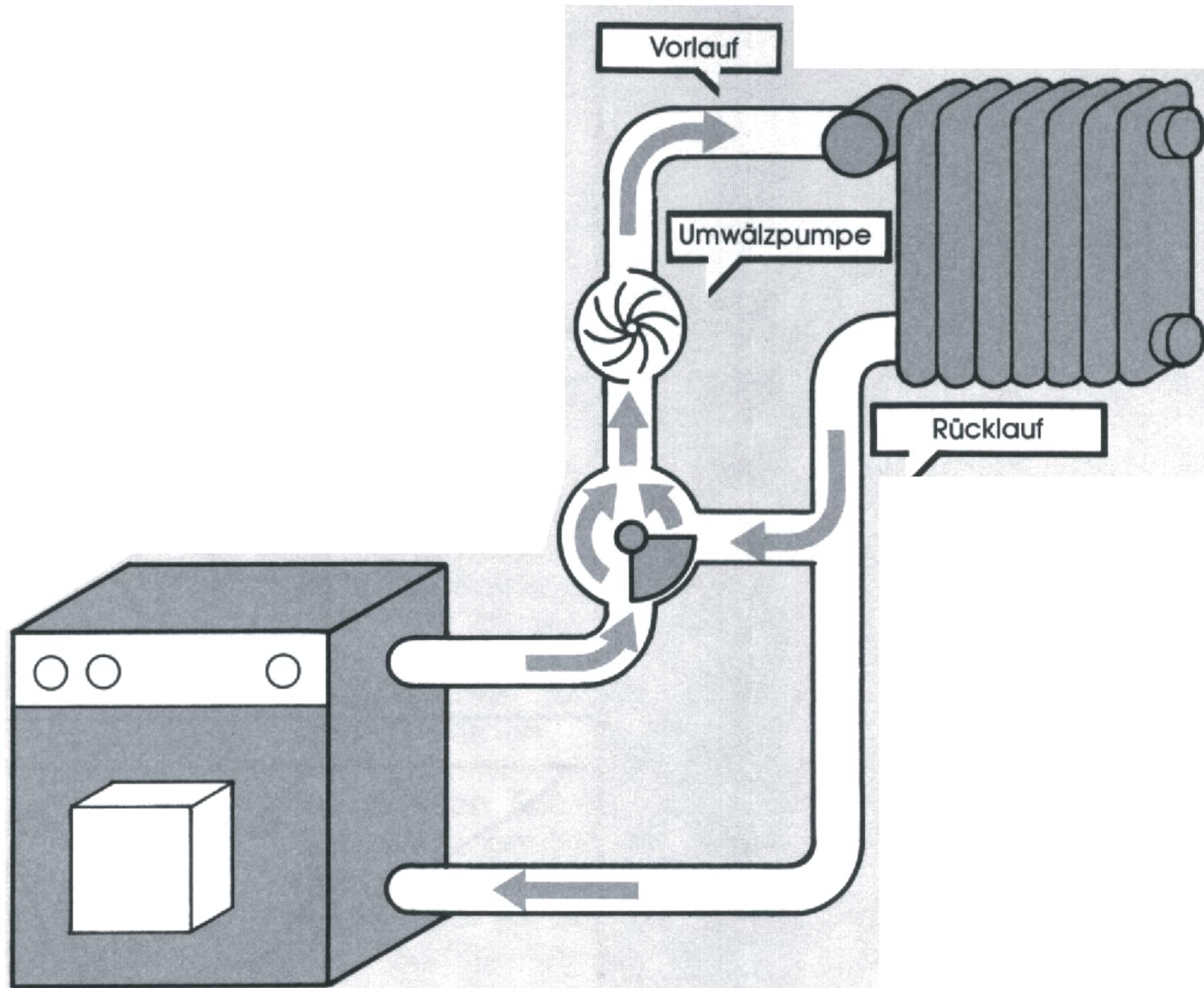


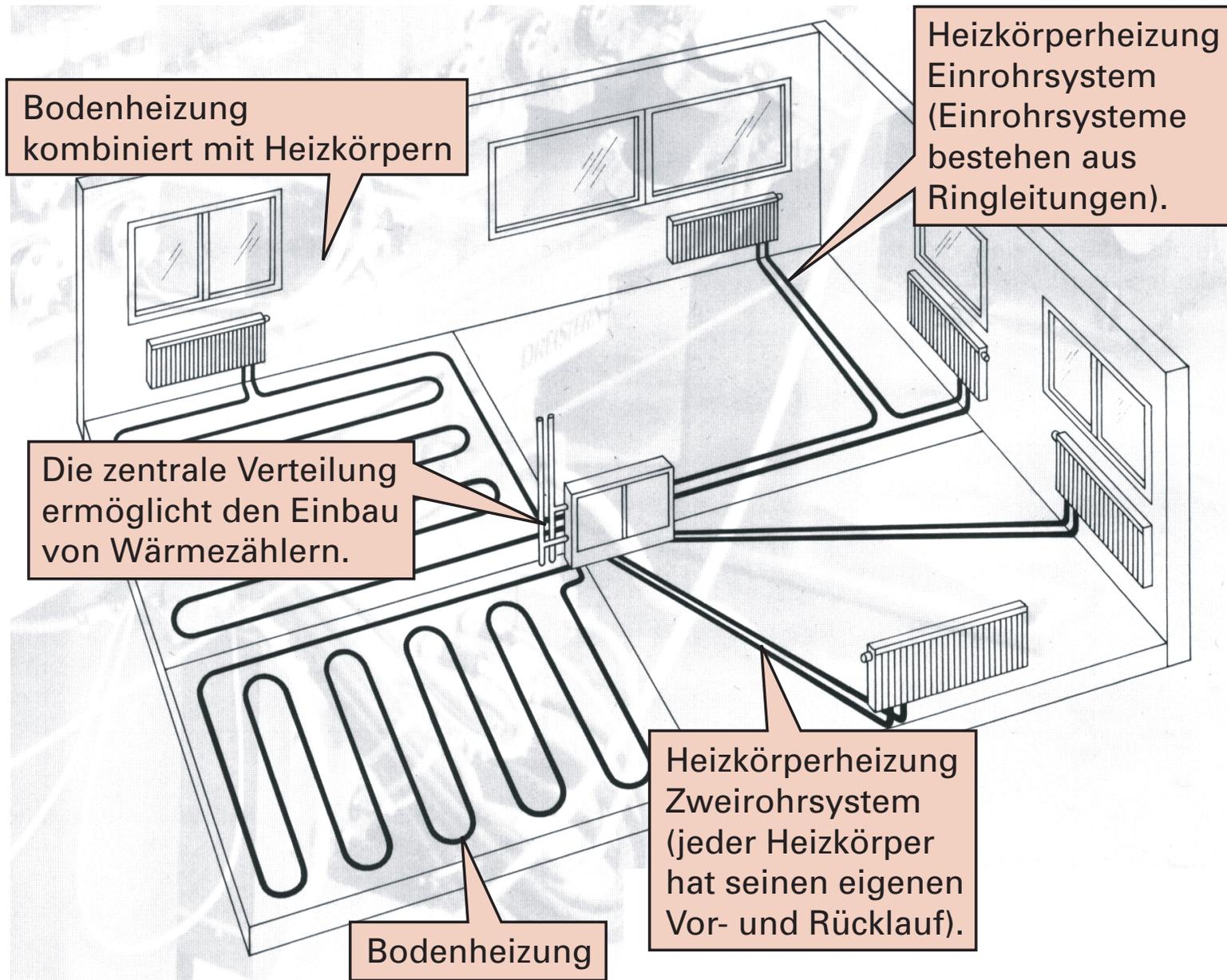


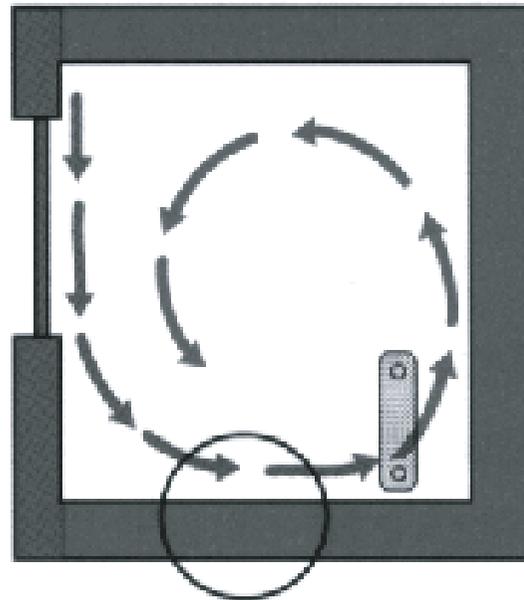
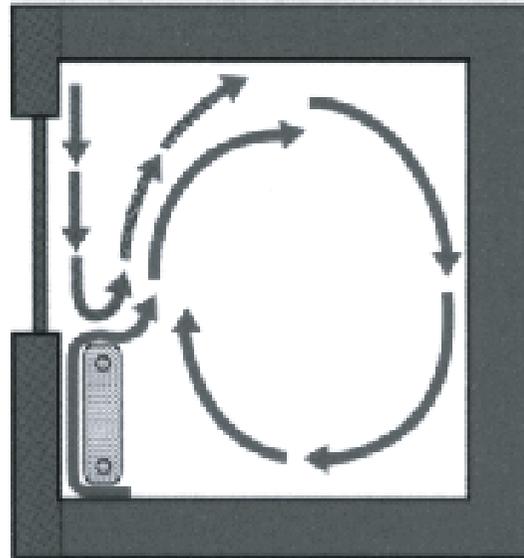




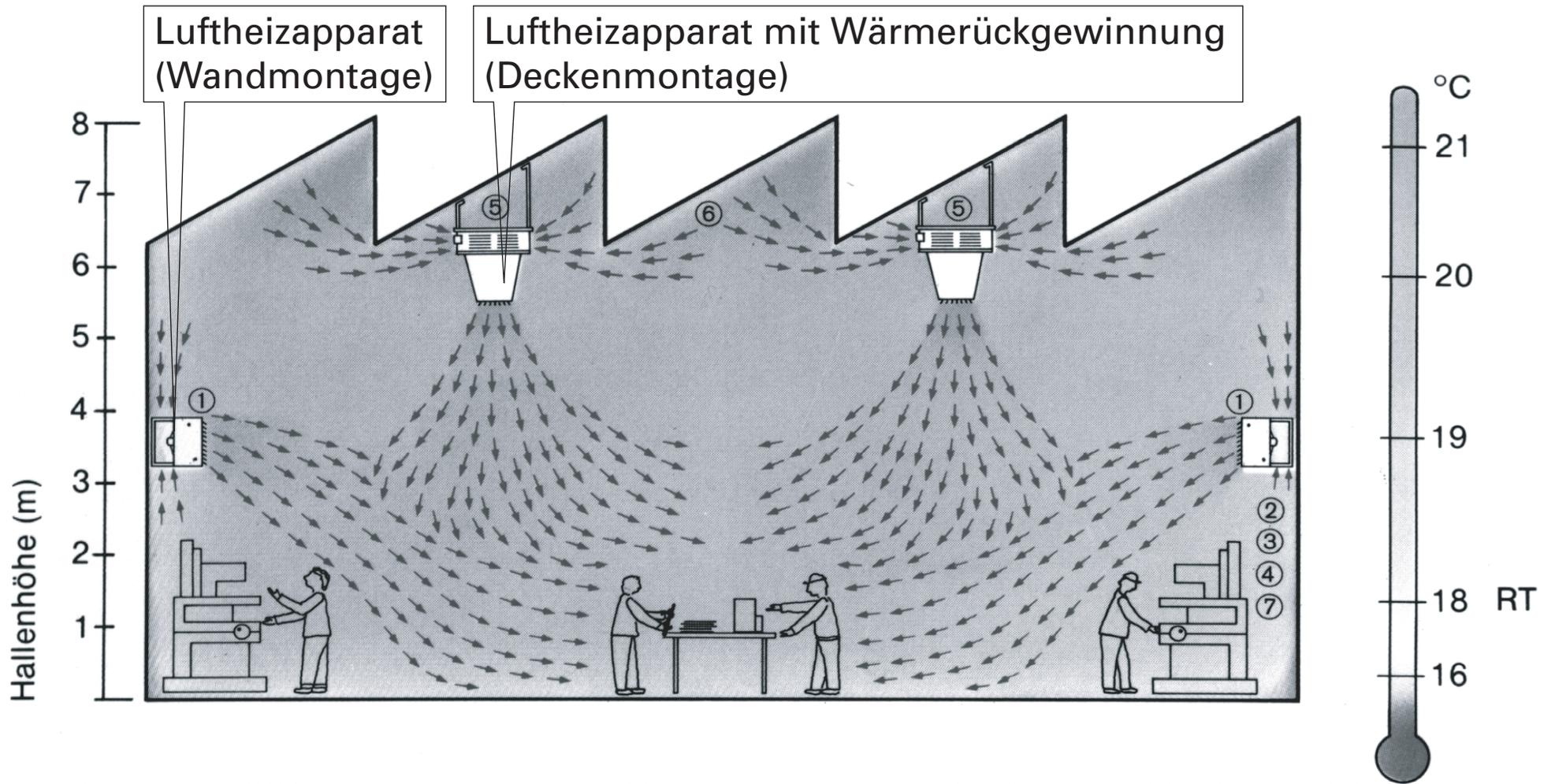
- 1 BHKW
- 2 Gas- oder Dieselmotor
- 3a Kühlwasser-  
Wärmeaustauscher
- 3b Abgas-Wärmeaustauscher
- 4 Generator
- 5 Speicher
- 6 Spitzen-Heizkessel
- K Katalysator

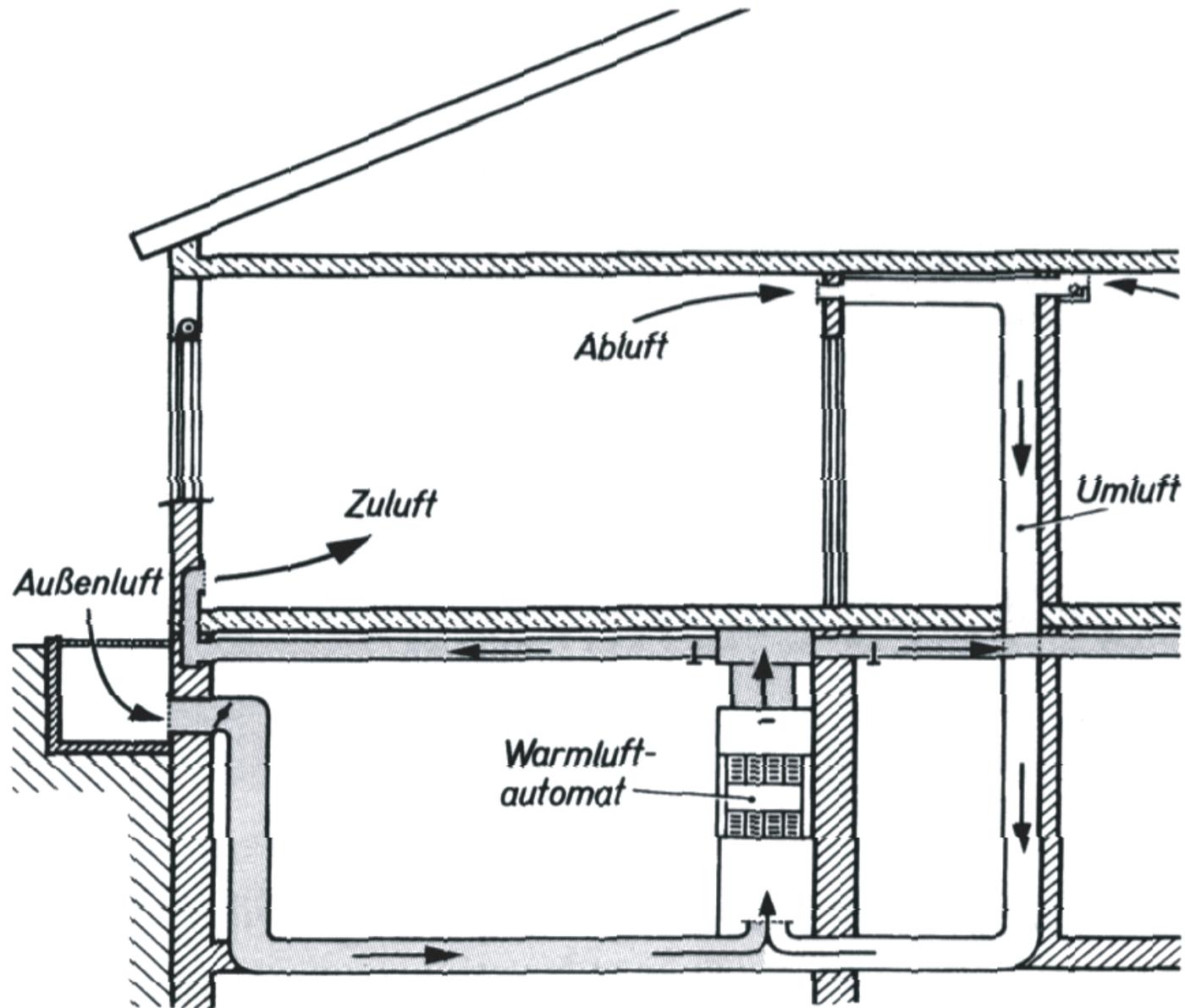


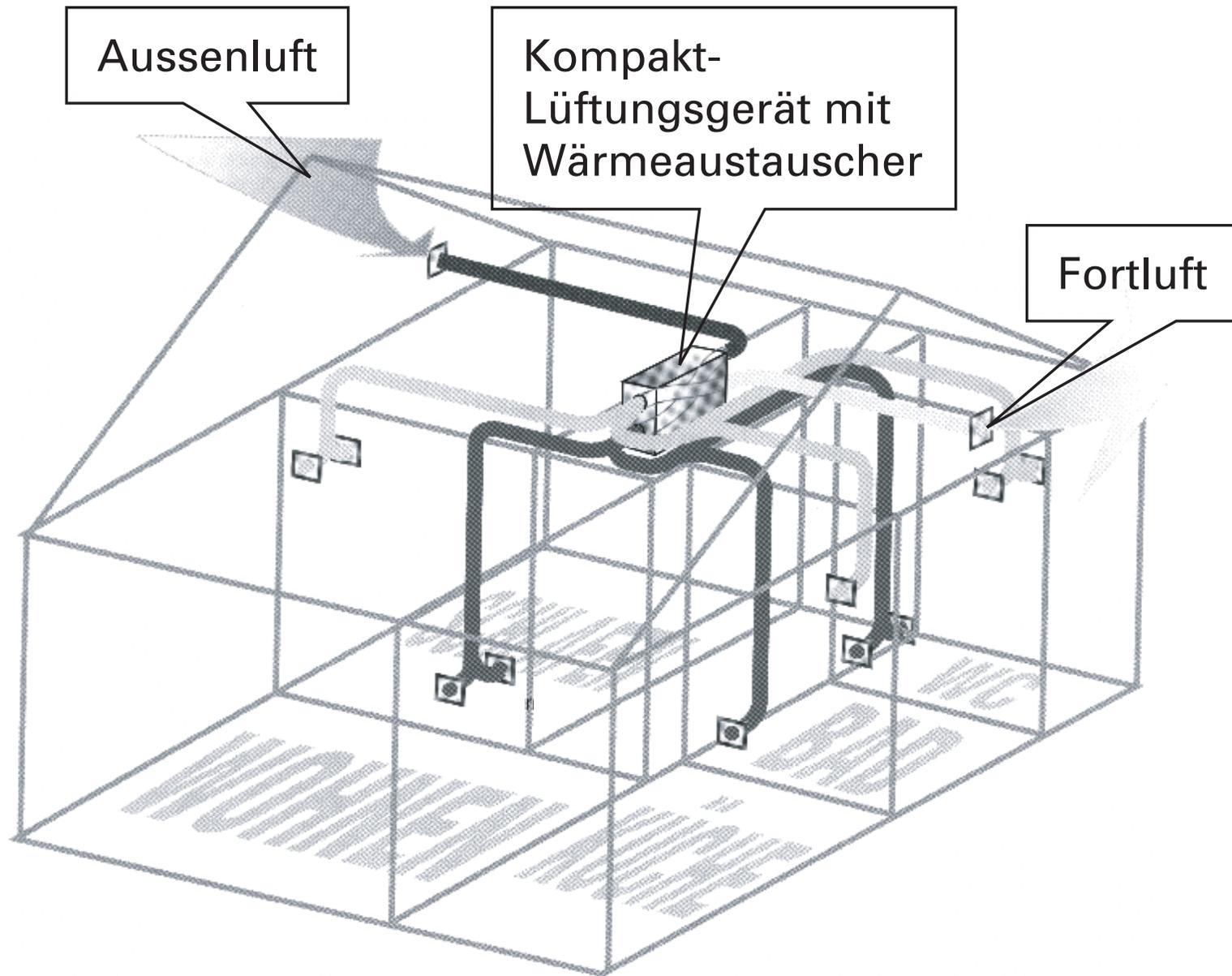


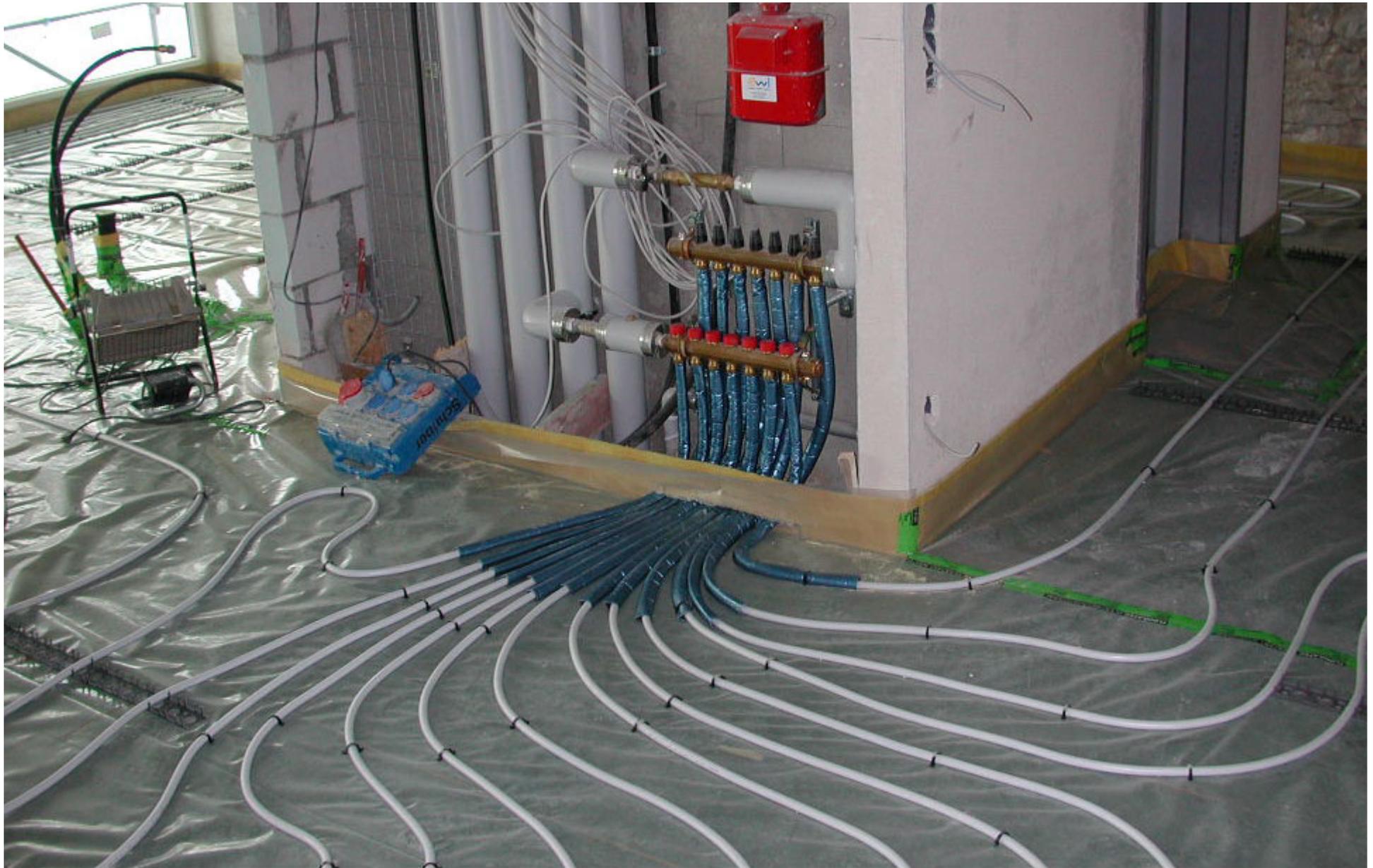


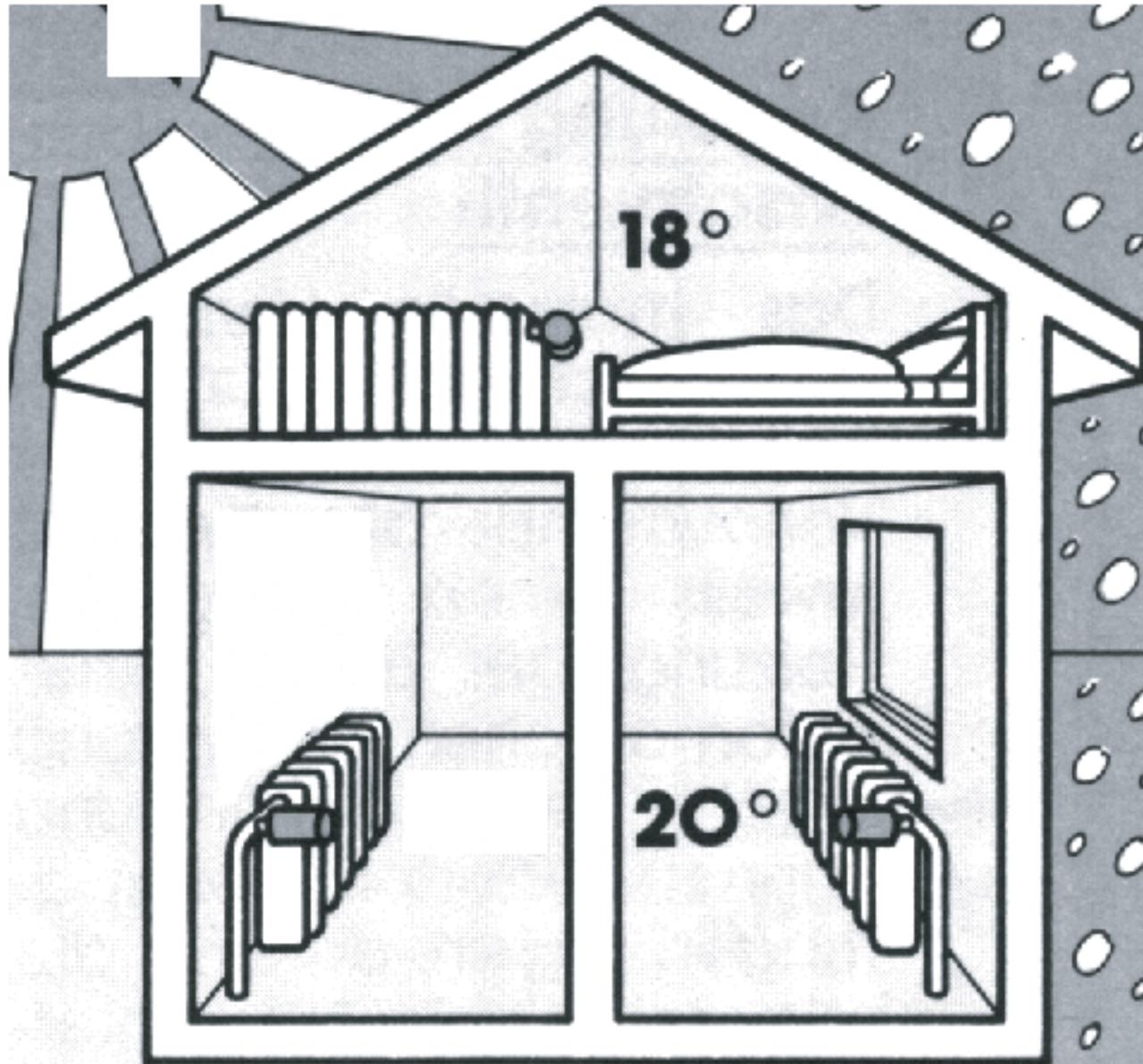
Heizflächen sollten grundsätzlich an den Aussenflächen platziert sein (Kaltluftabfall am Fenster), ausser bei sehr guter Wärmedämmung (Fenster-U-Werte  $< 1 \text{ W/m}^2\text{K}$ )



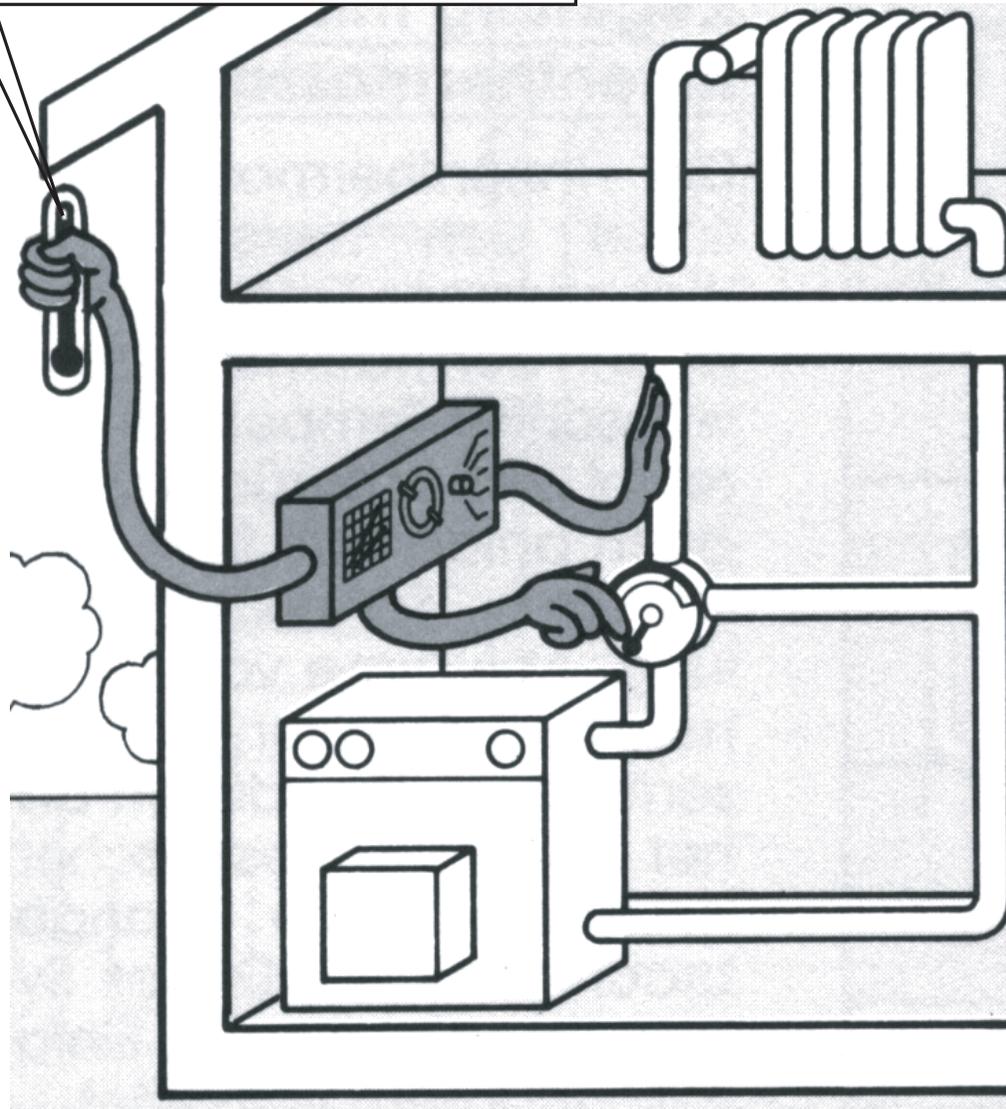


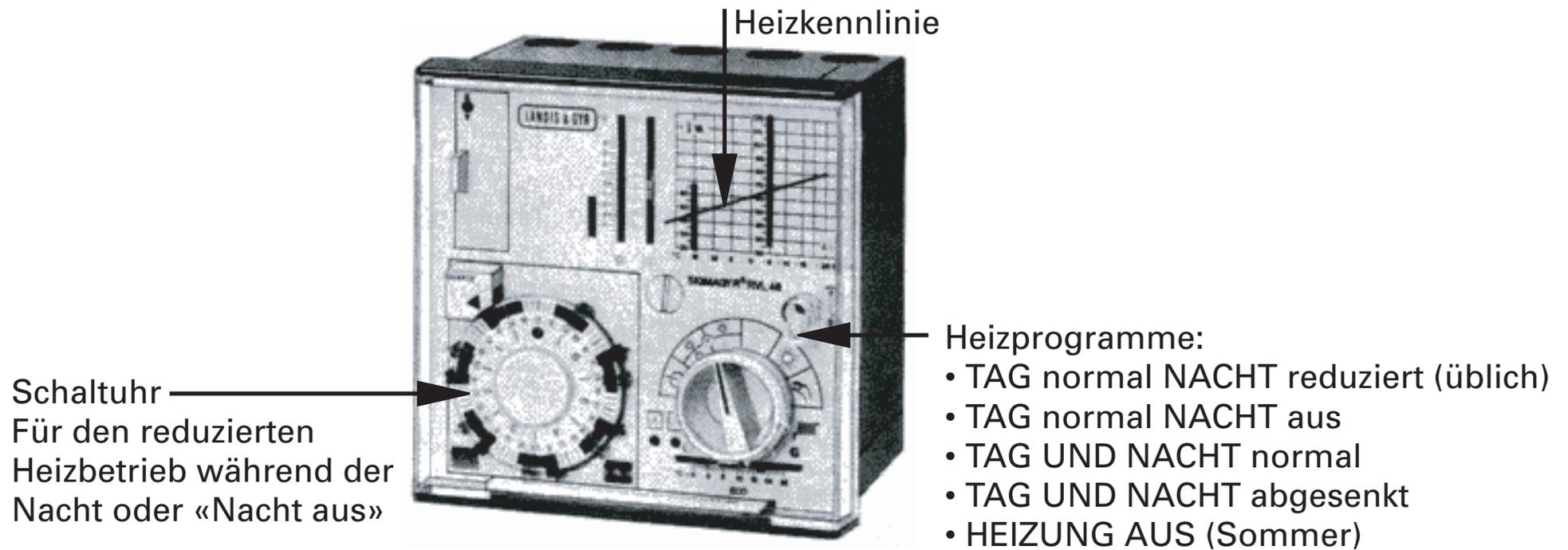


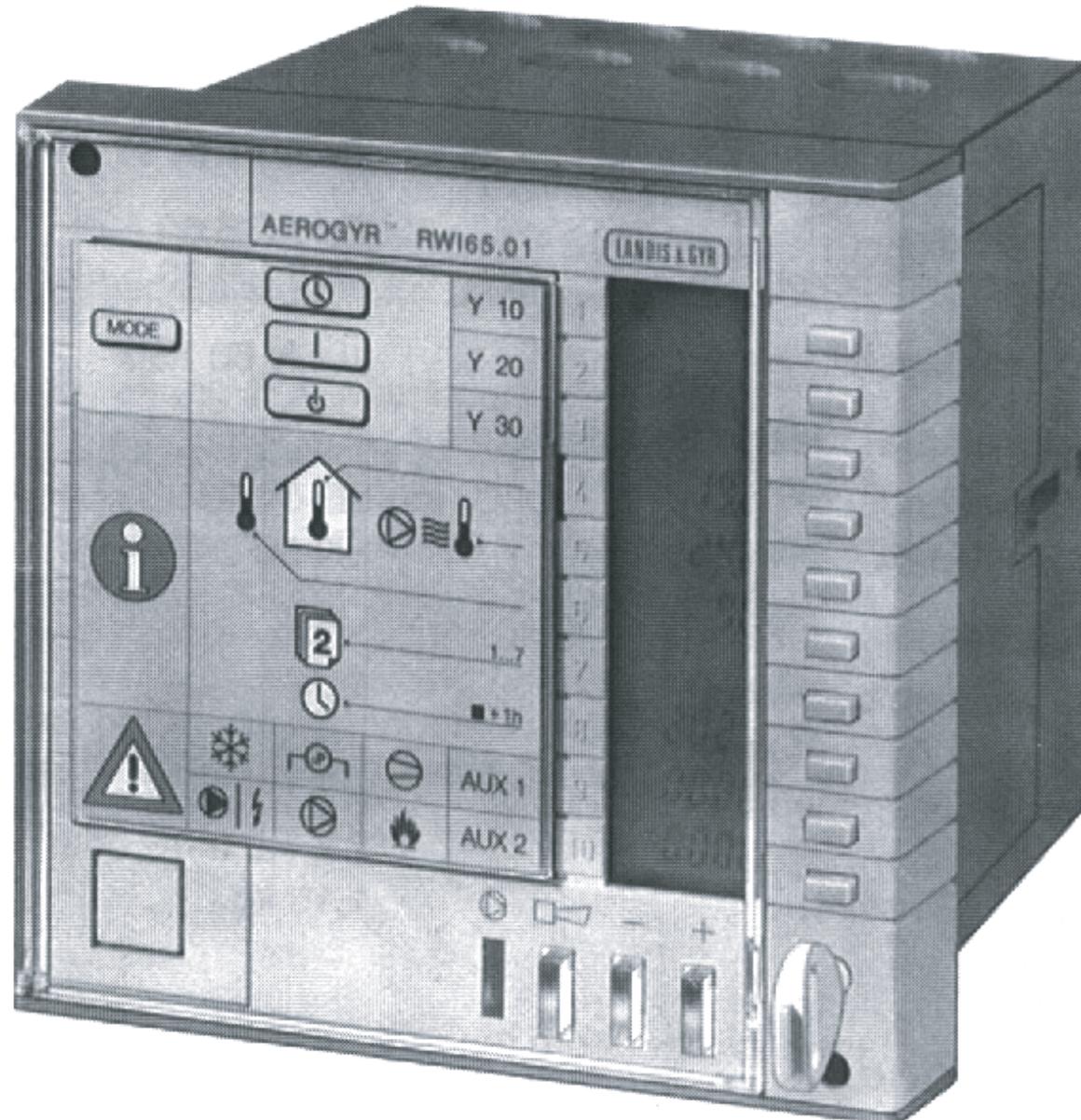


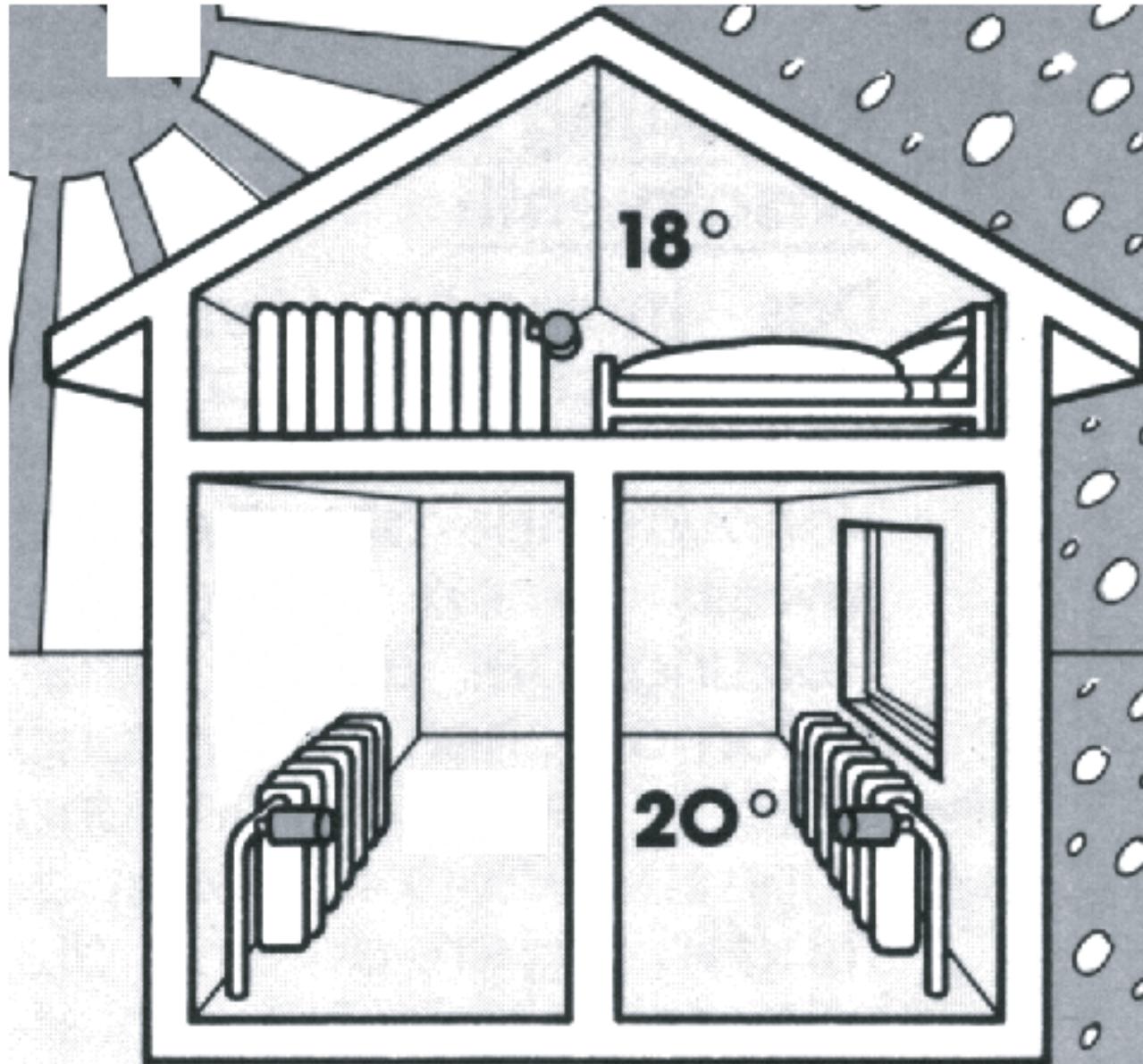


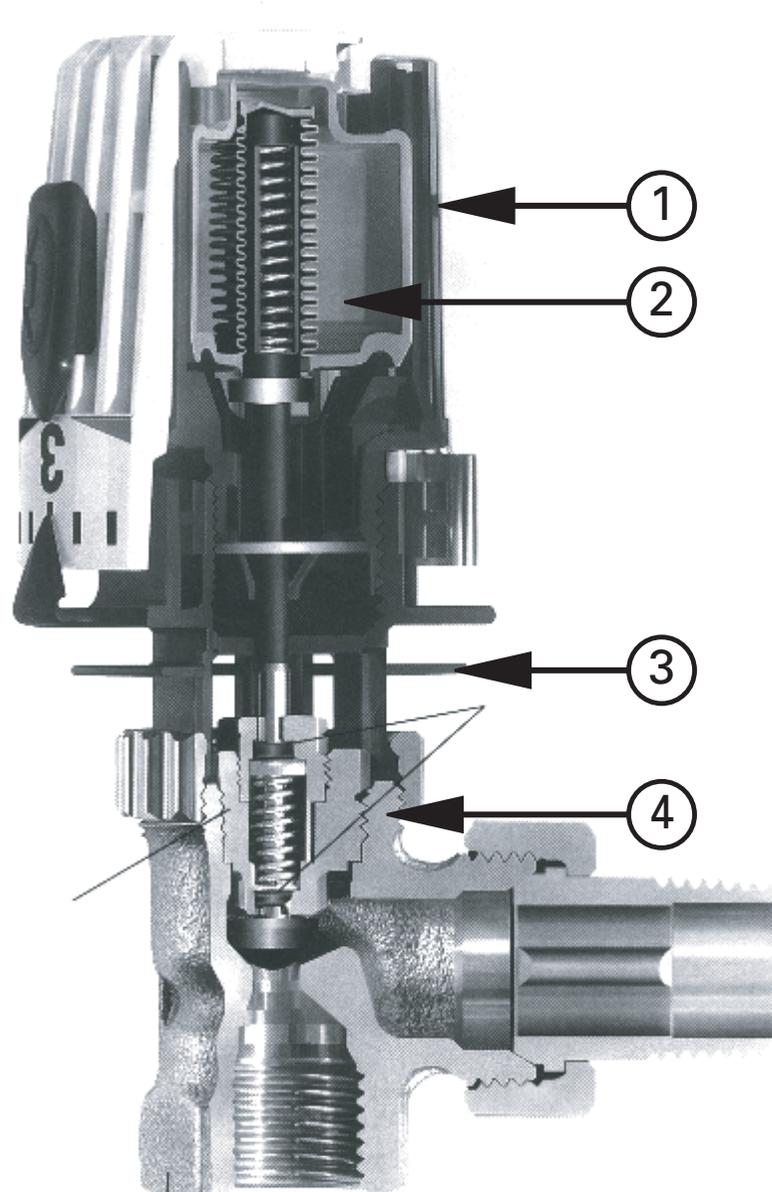
Aussentemperaturfühler











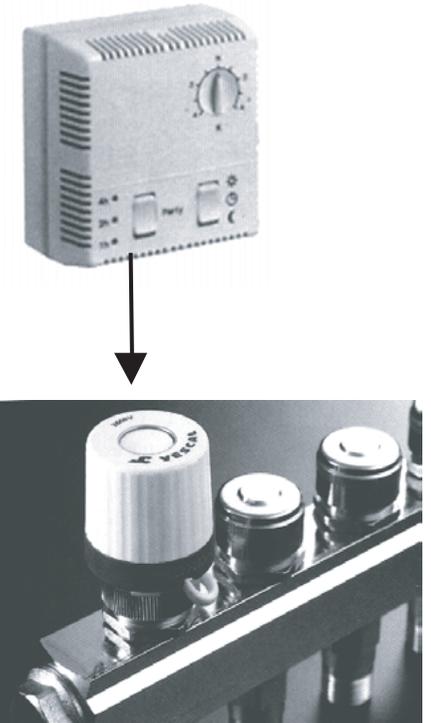
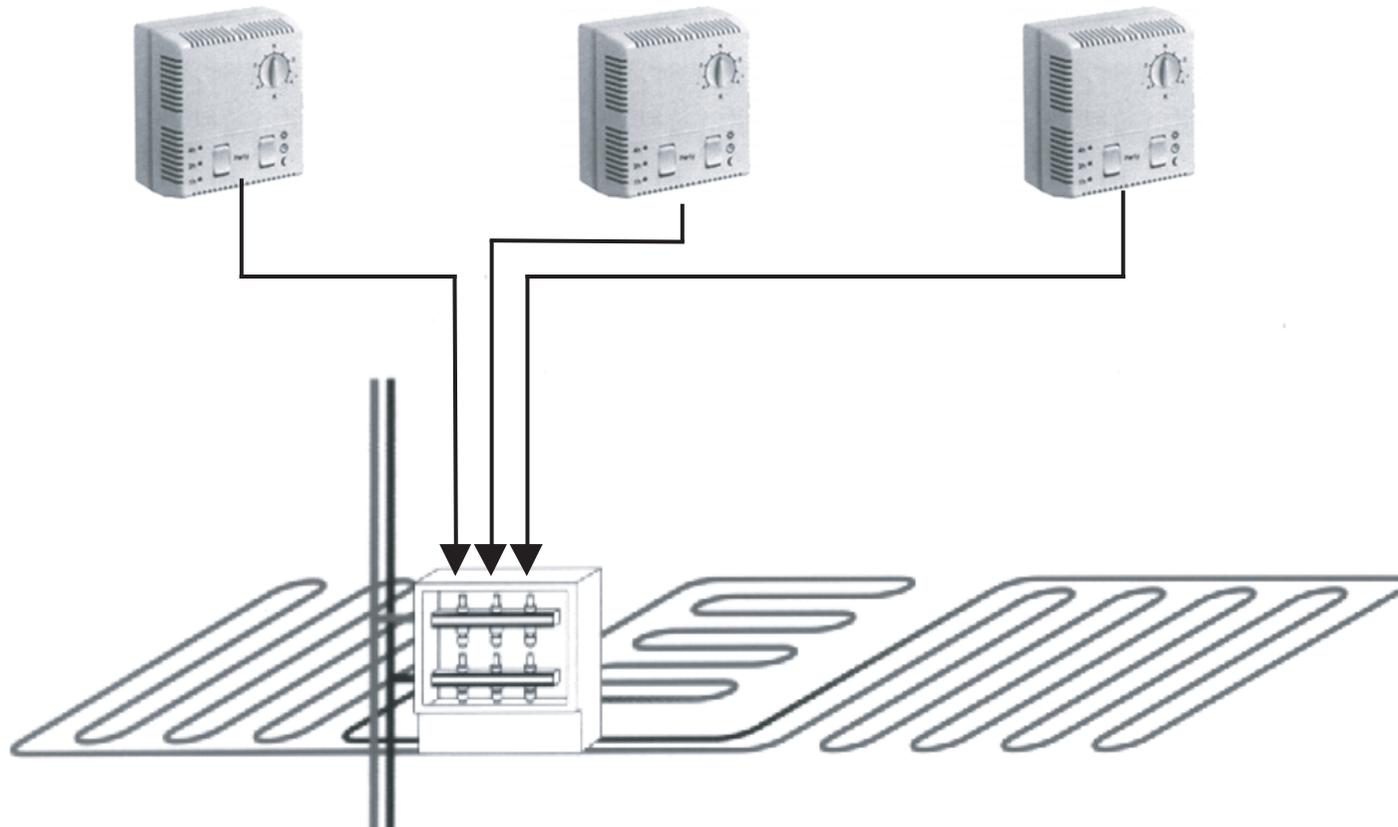
- 1 Handrad
- 2 Temperaturfühler
- 3 Übertragungstift
- 4 Ventilteller

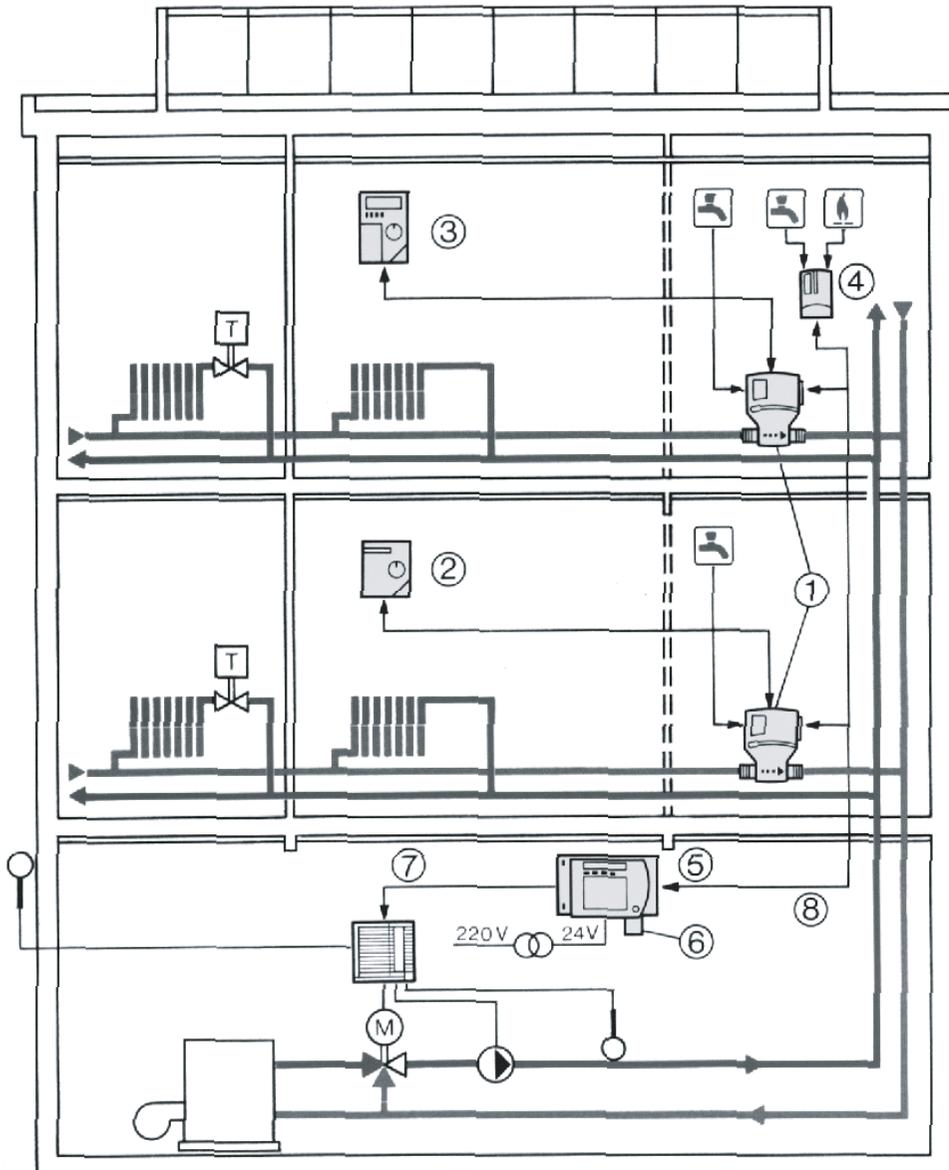
Raum

1

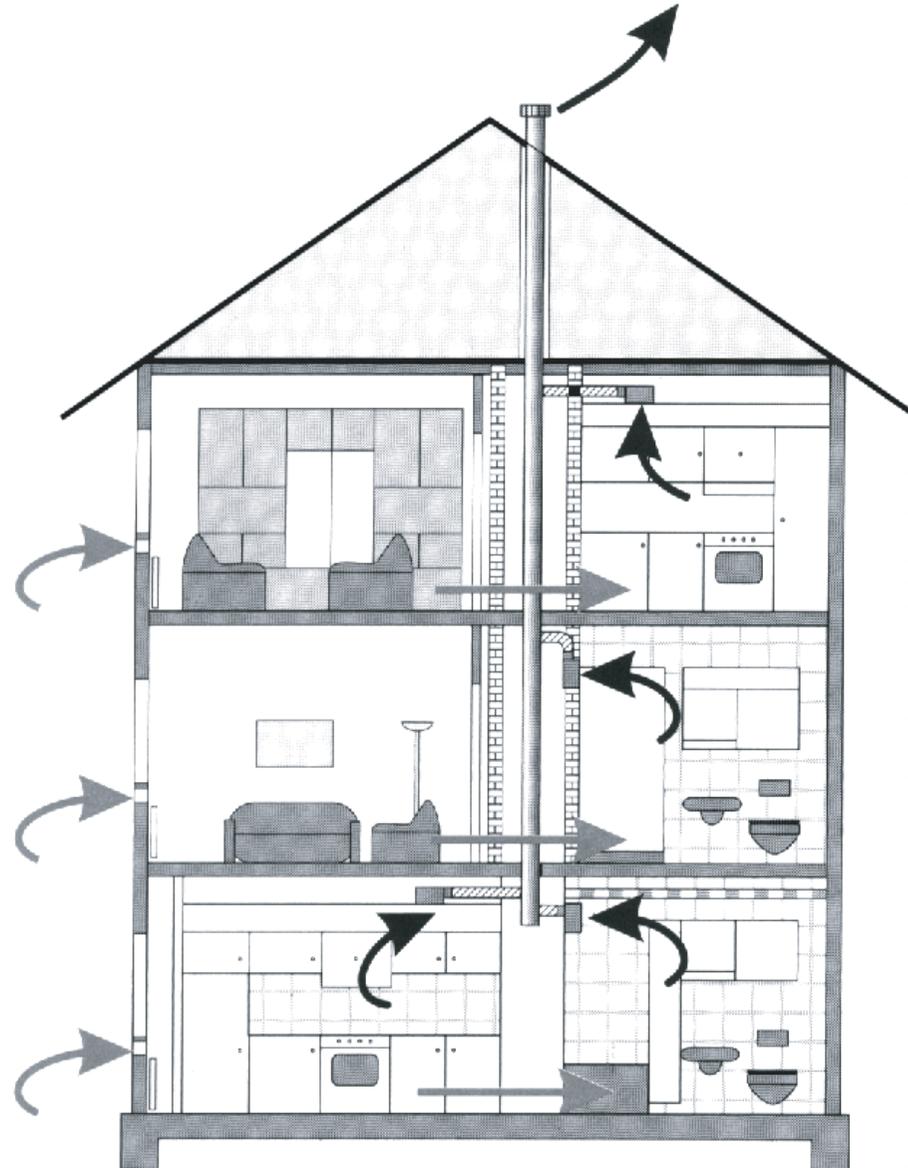
2

3

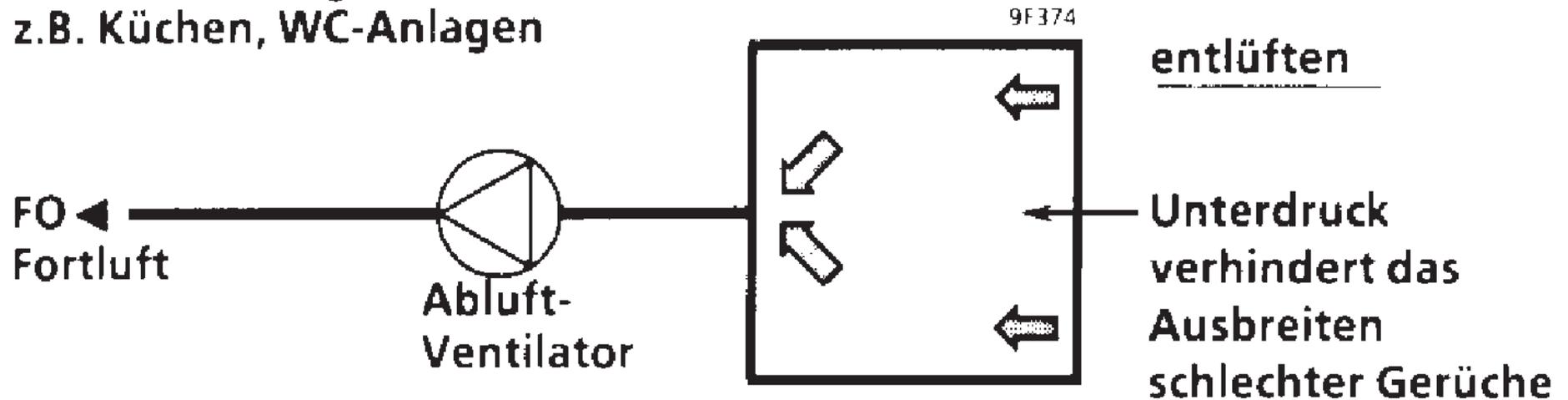




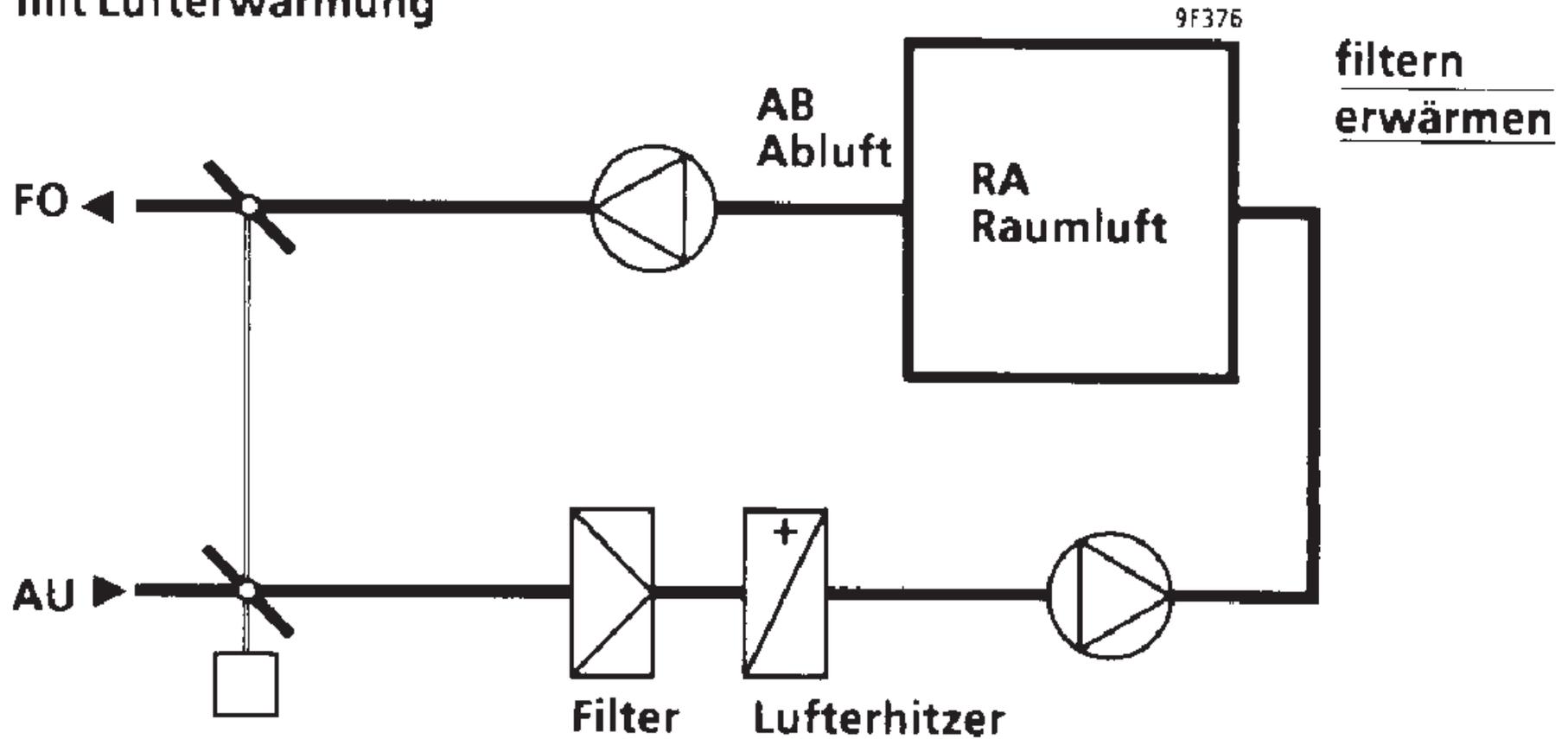
- 1 Wärmehzählung zur individuellen Heizkostenabrechnung
- 2 Wohnungstemperatur-Regelung
- 3 Wohnungstemperatur-Regelung, mit mehr Einstellmöglichkeiten
- 4 Erfassung des Warmwasserverbrauchs
- 5 Zentraleinheit
- 6 Datentransfer zur Heizkostenabrechnung
- 7 Datenbuss zur Heizungsregelung



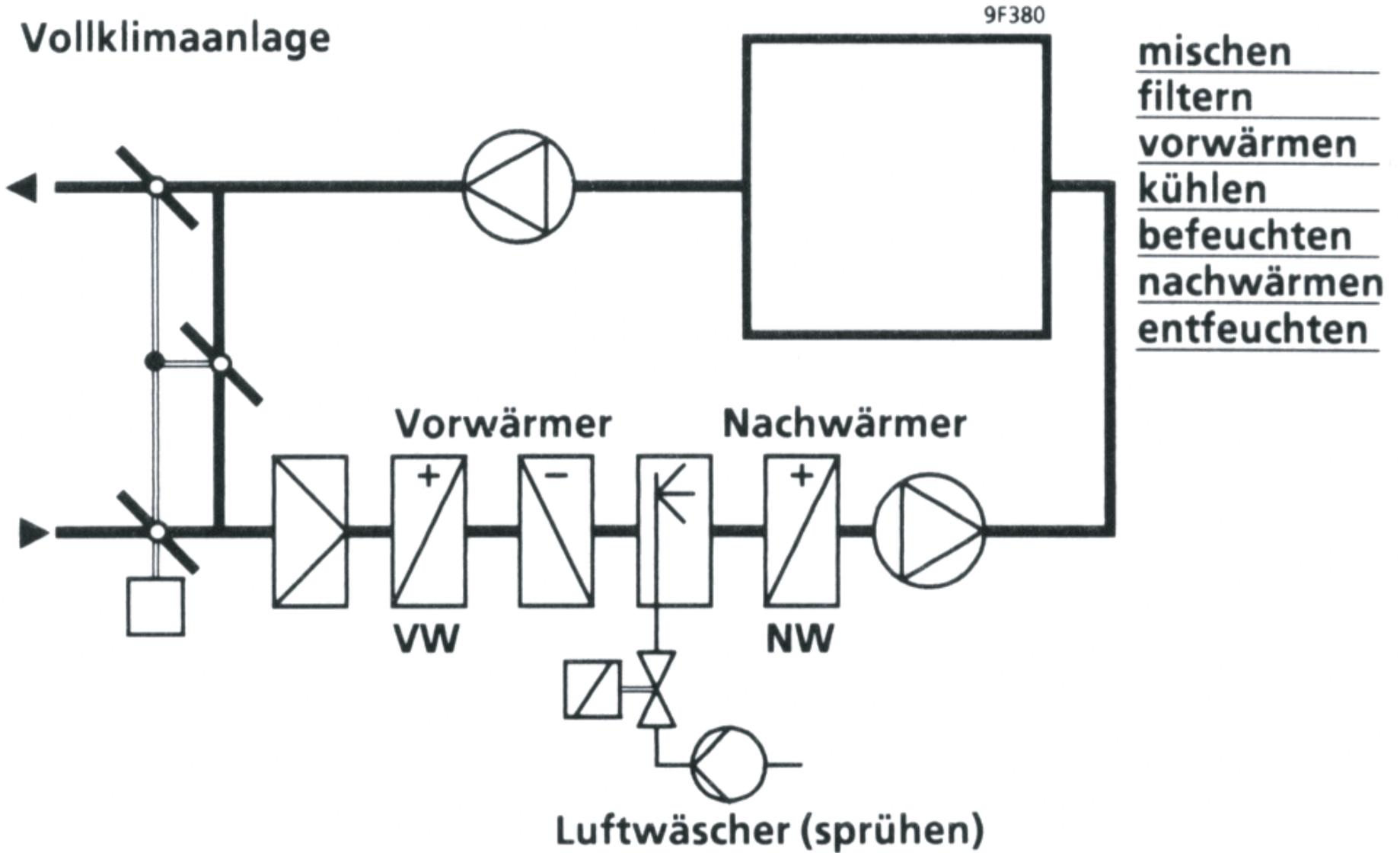
## Entlüftungsanlage z.B. Küchen, WC-Anlagen

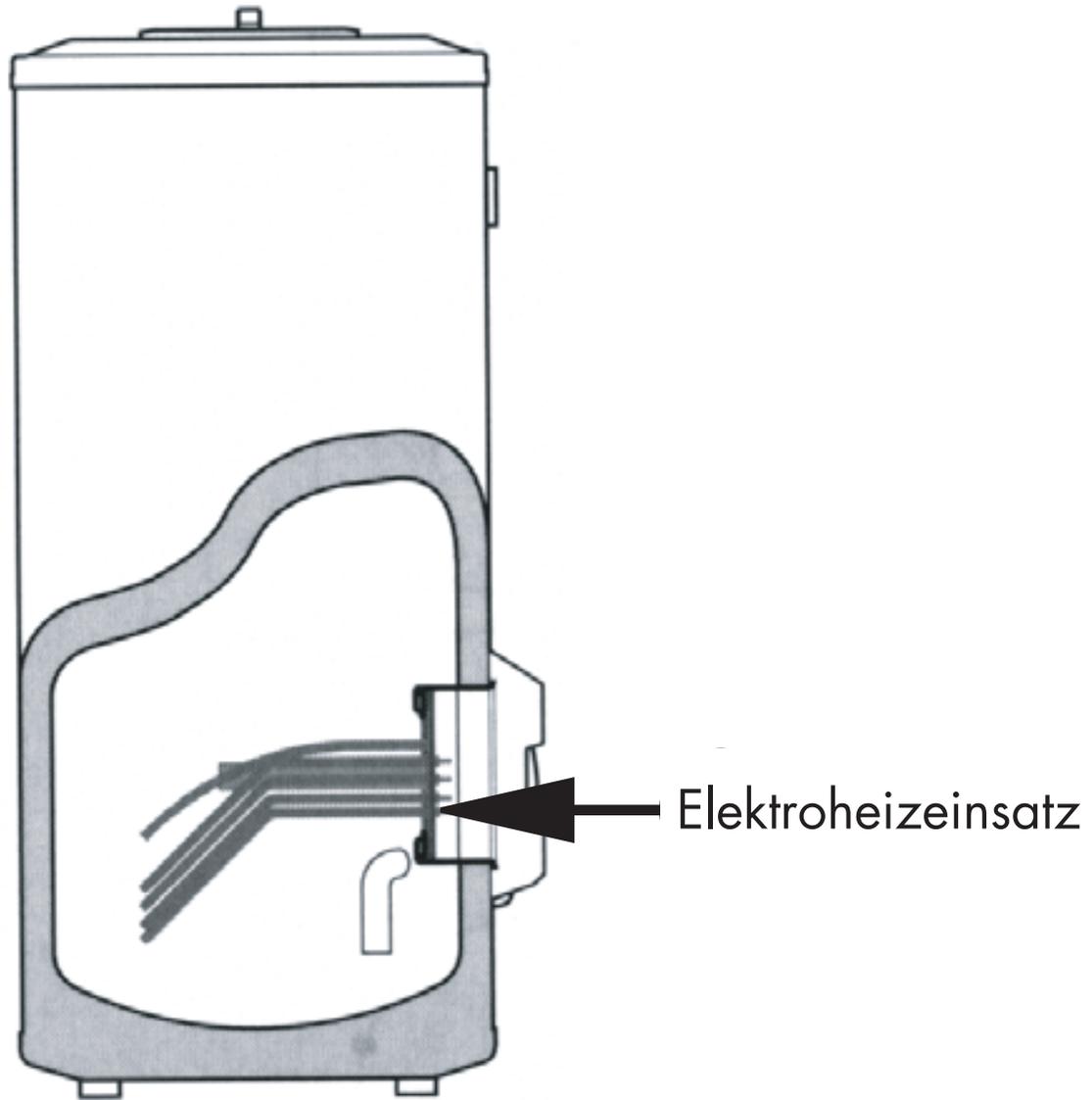


## Be- und Entlüftungsanlage mit Lufterwärmung

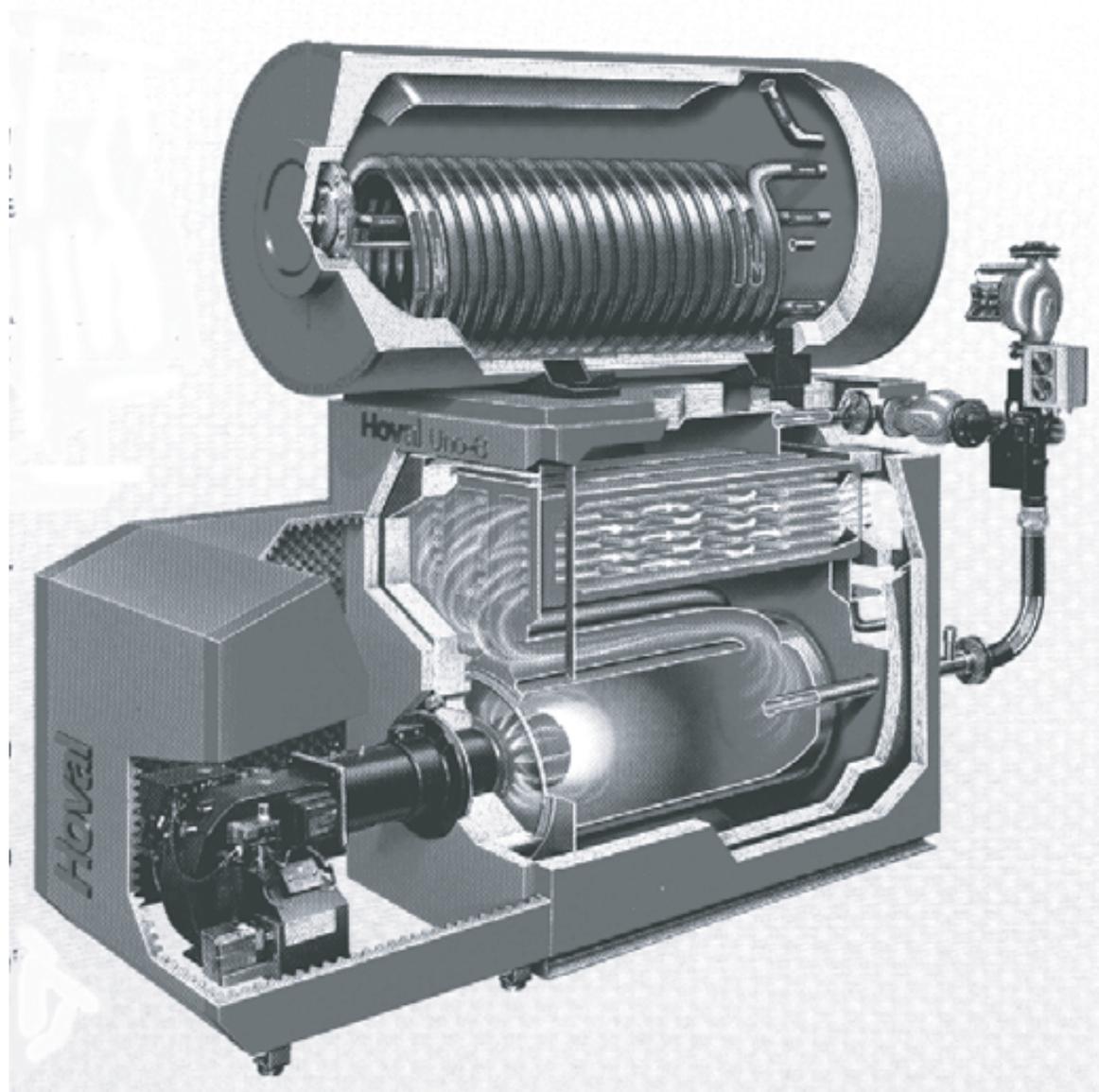


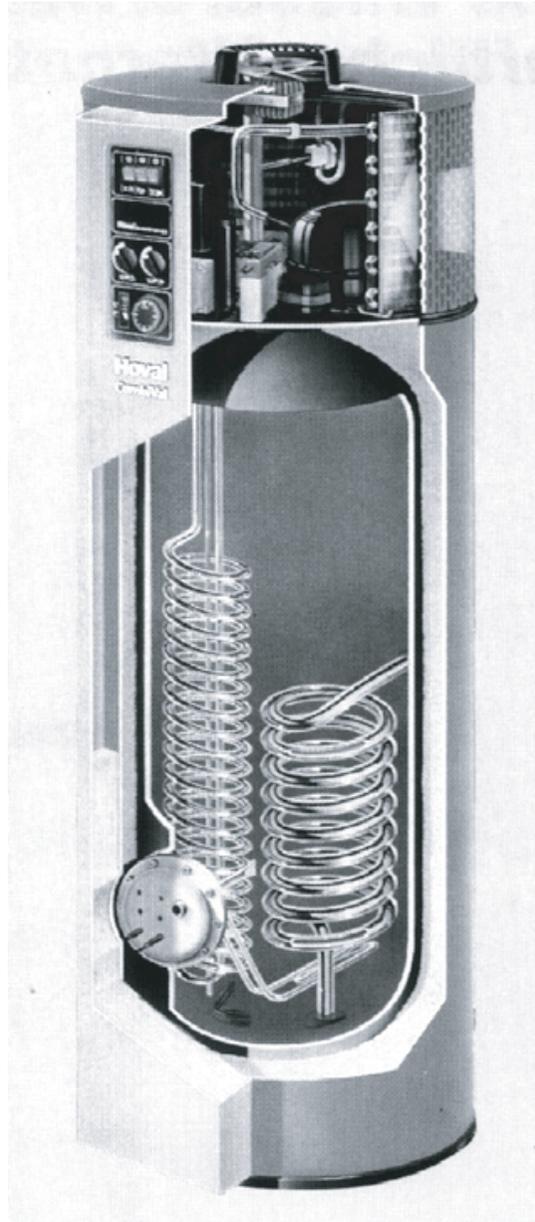
# Vollklimaanlage

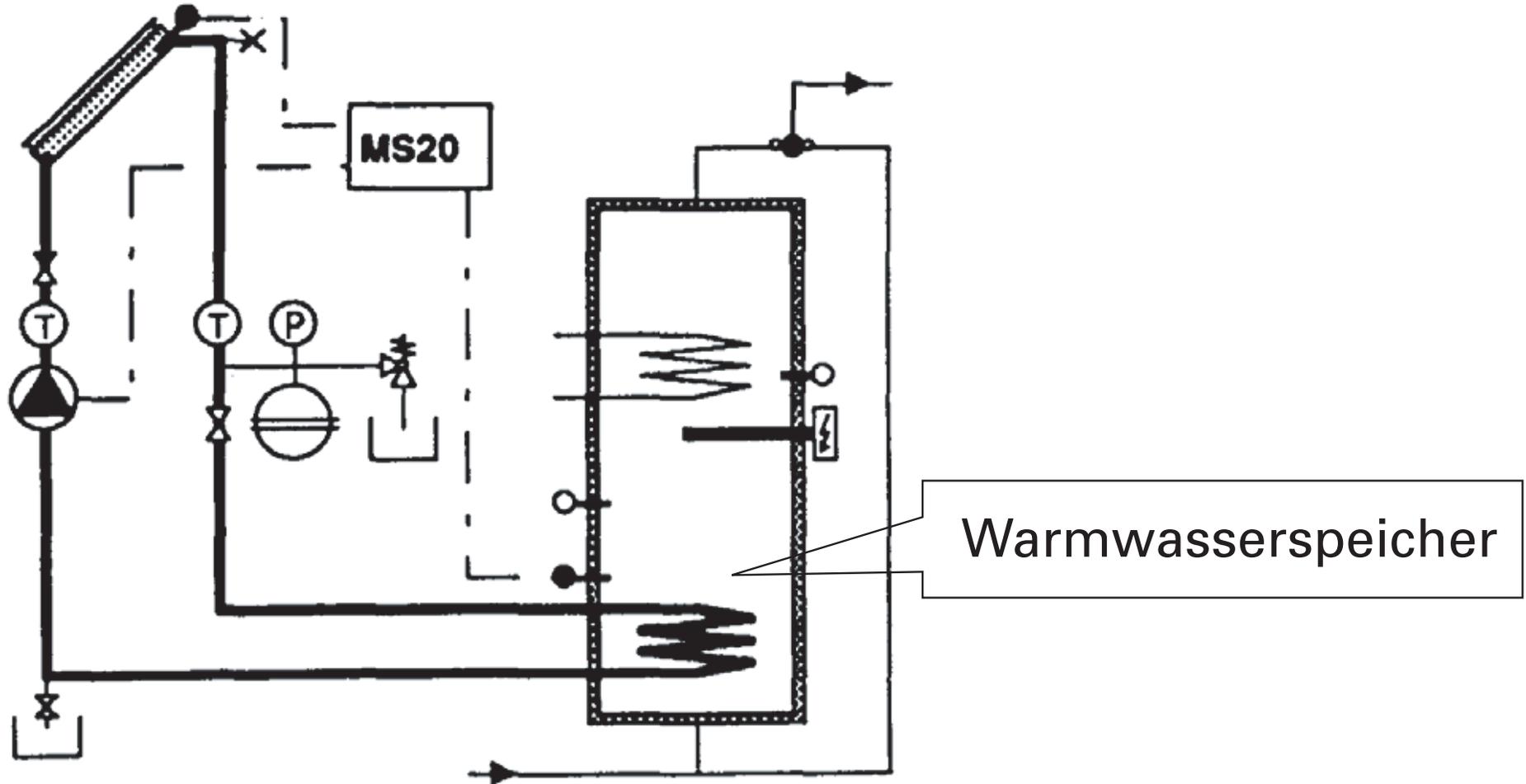




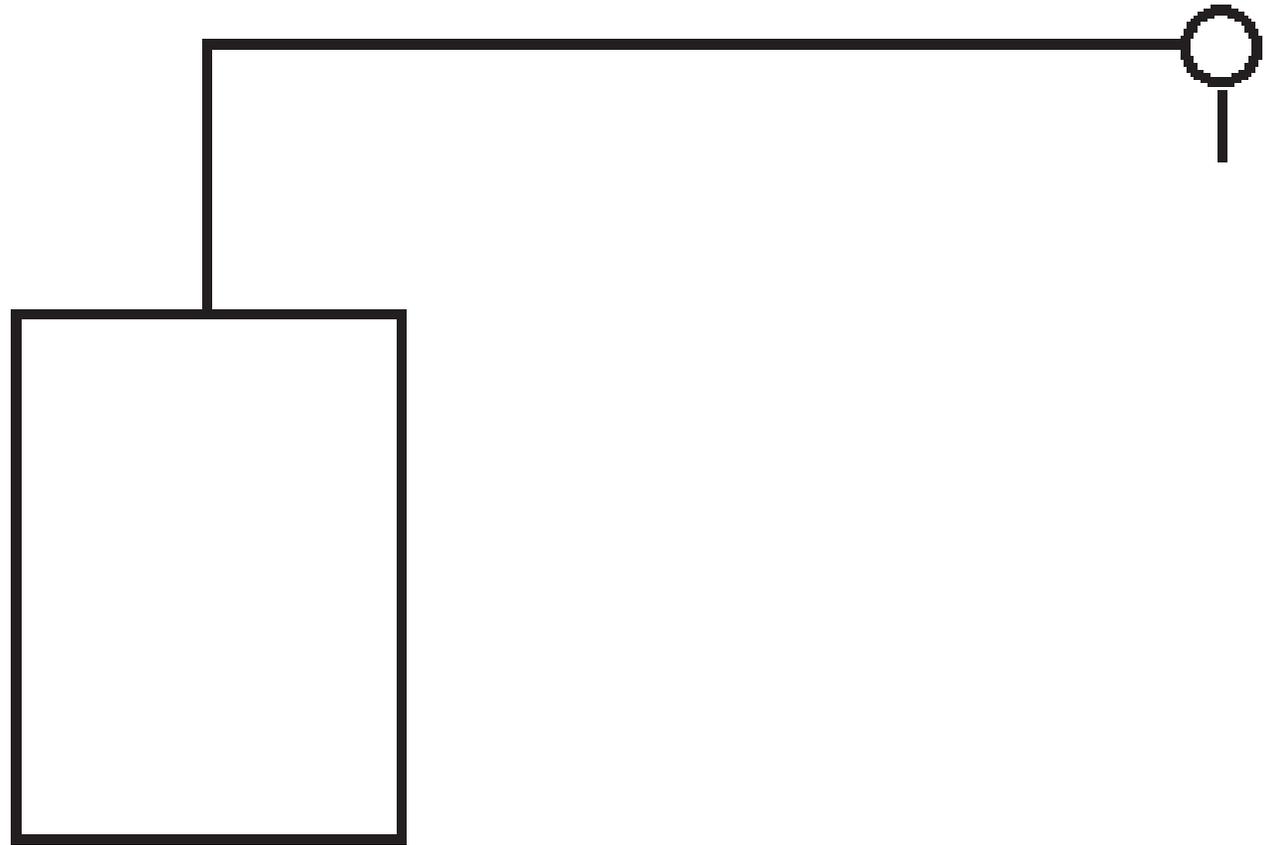




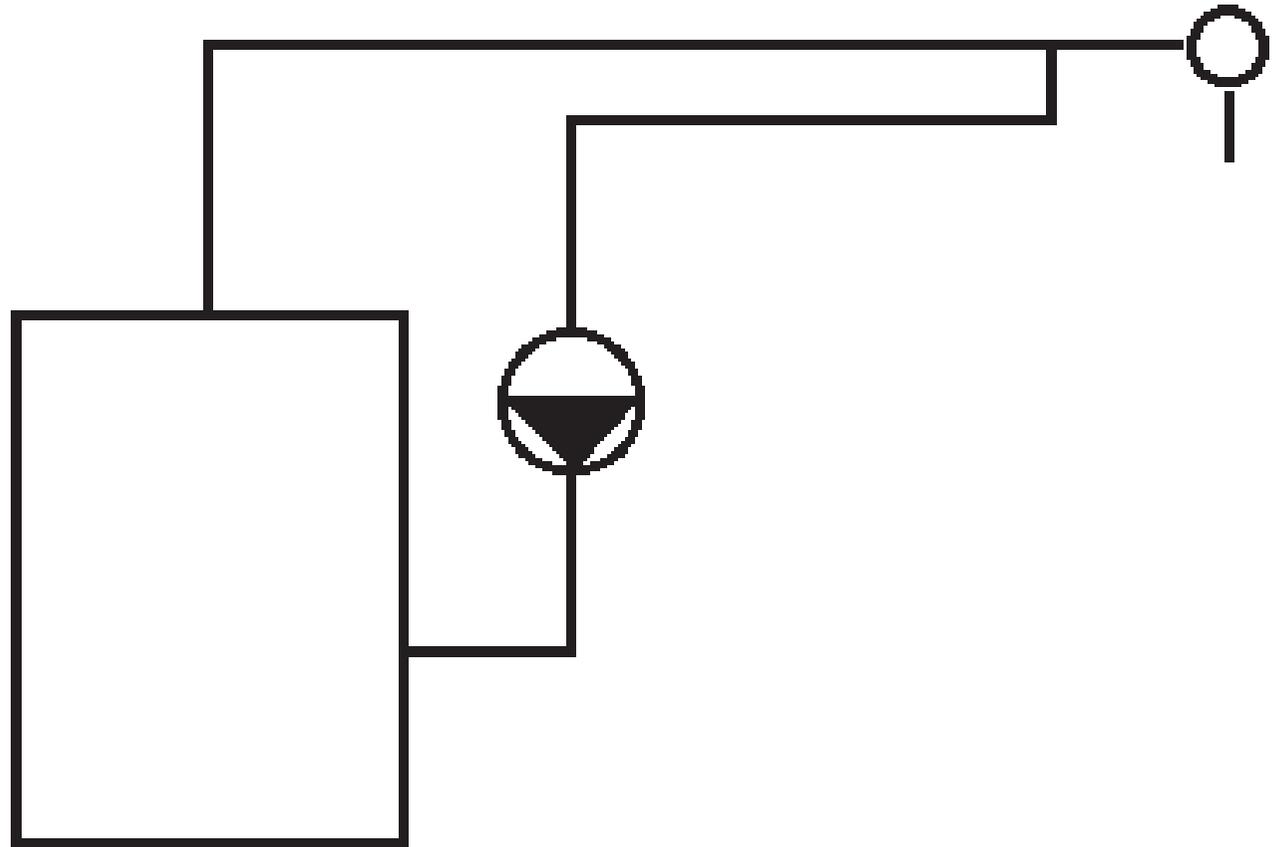




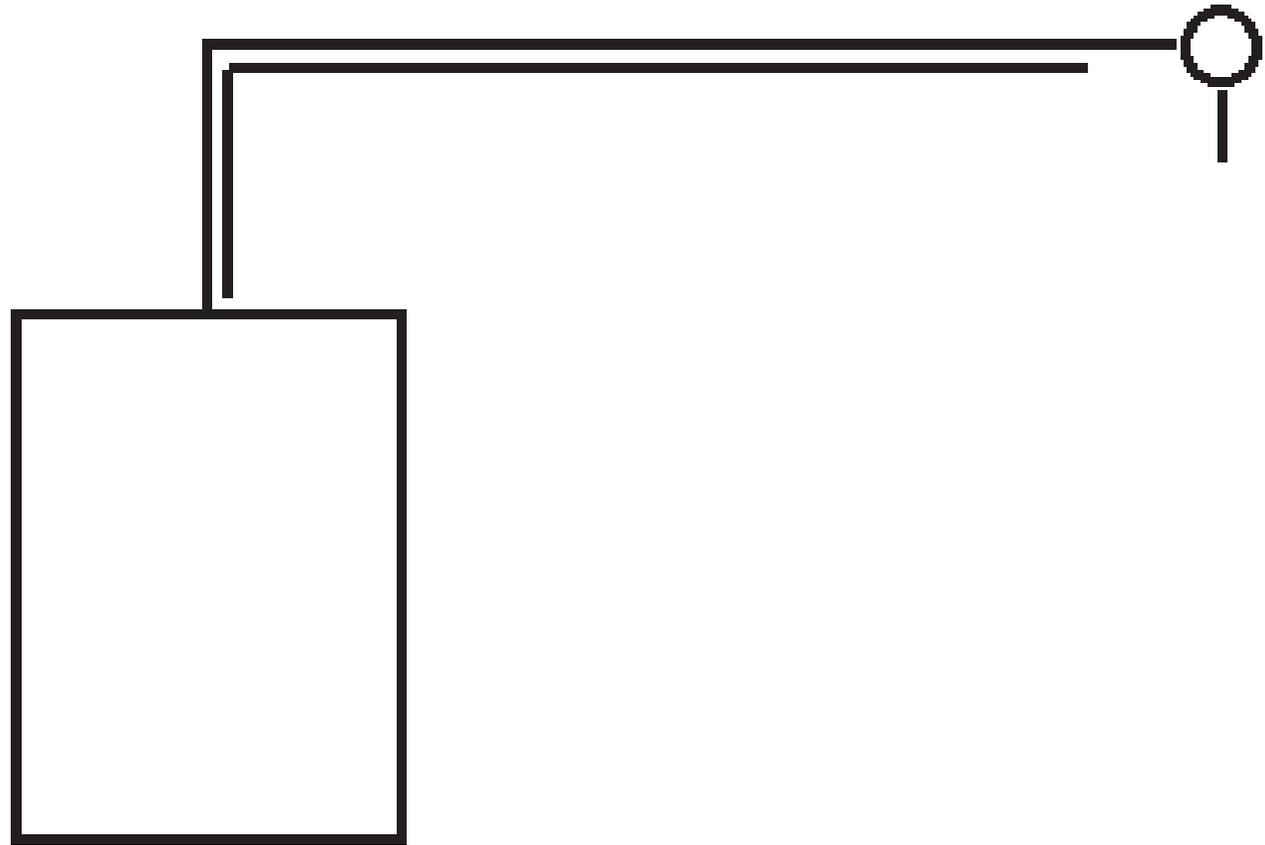
# Einzelzapfstellensystem

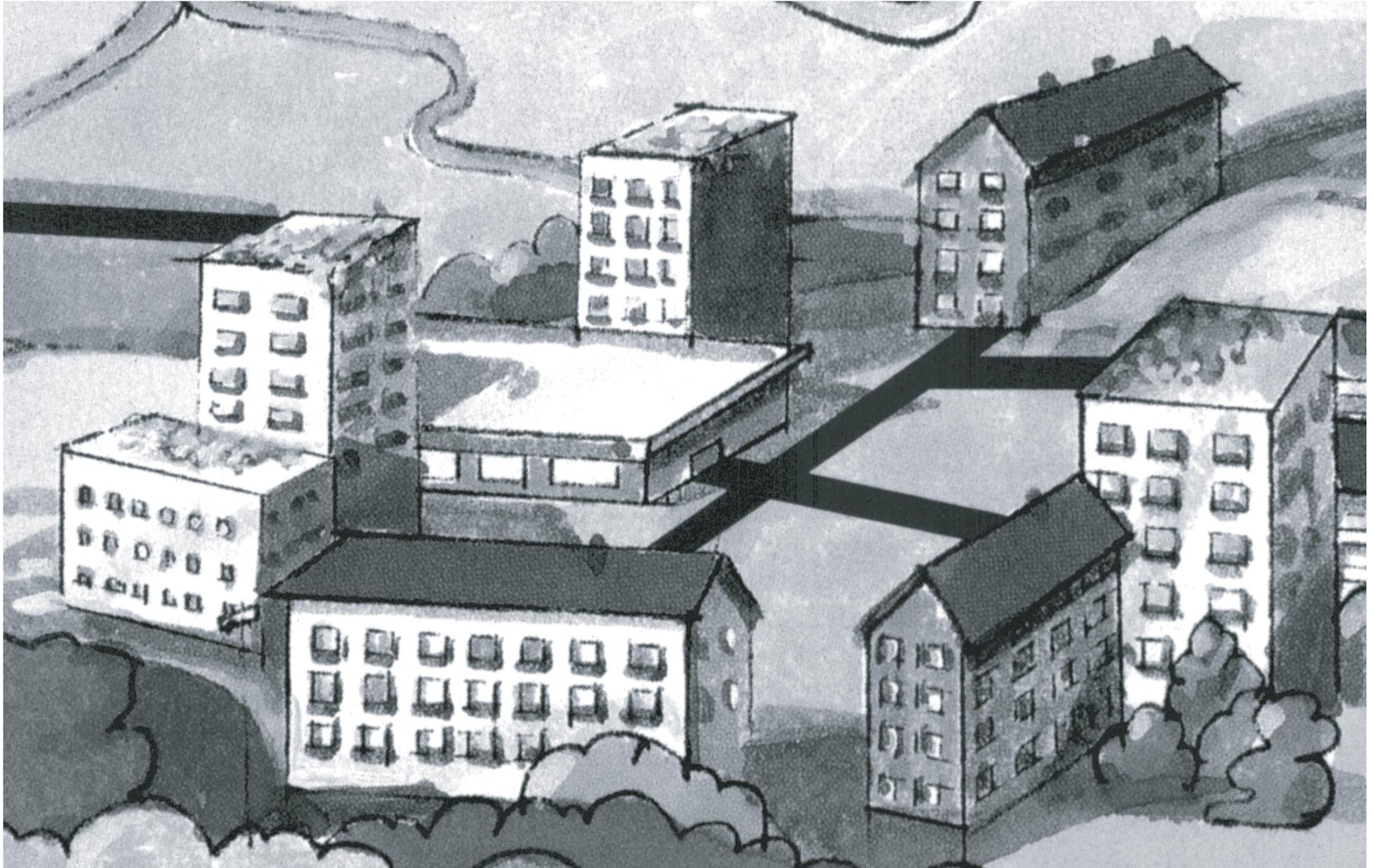


# Zirkulationssystem

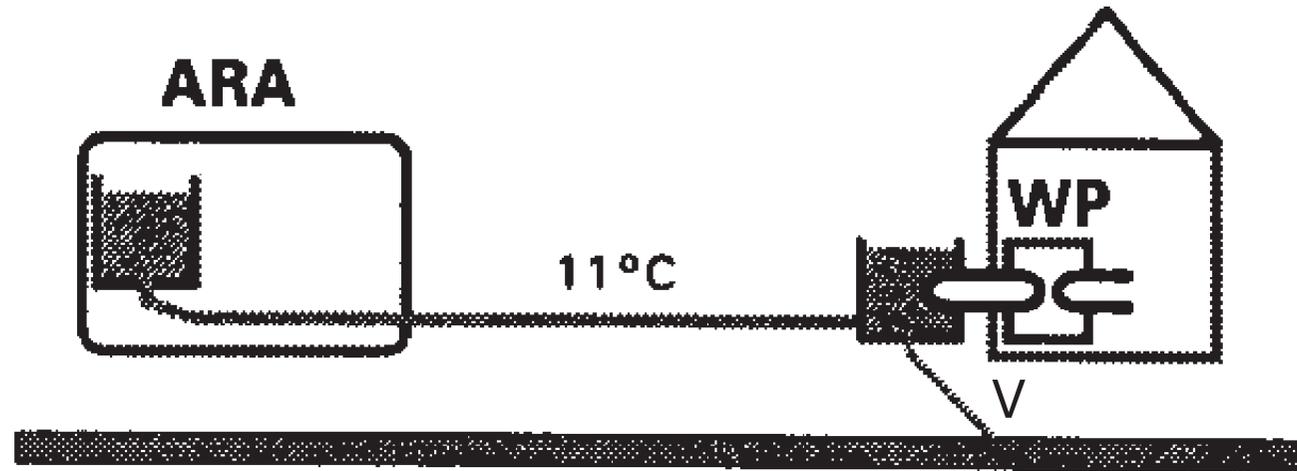


## Einzelzapfstellensystem mit Rohrbegleitheizung

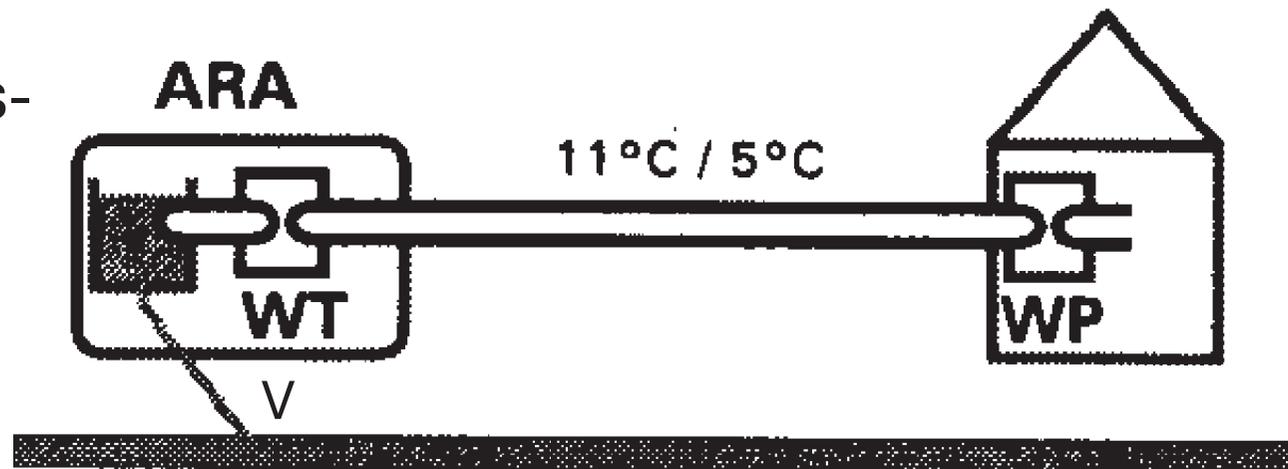




Offener  
Kreislauf



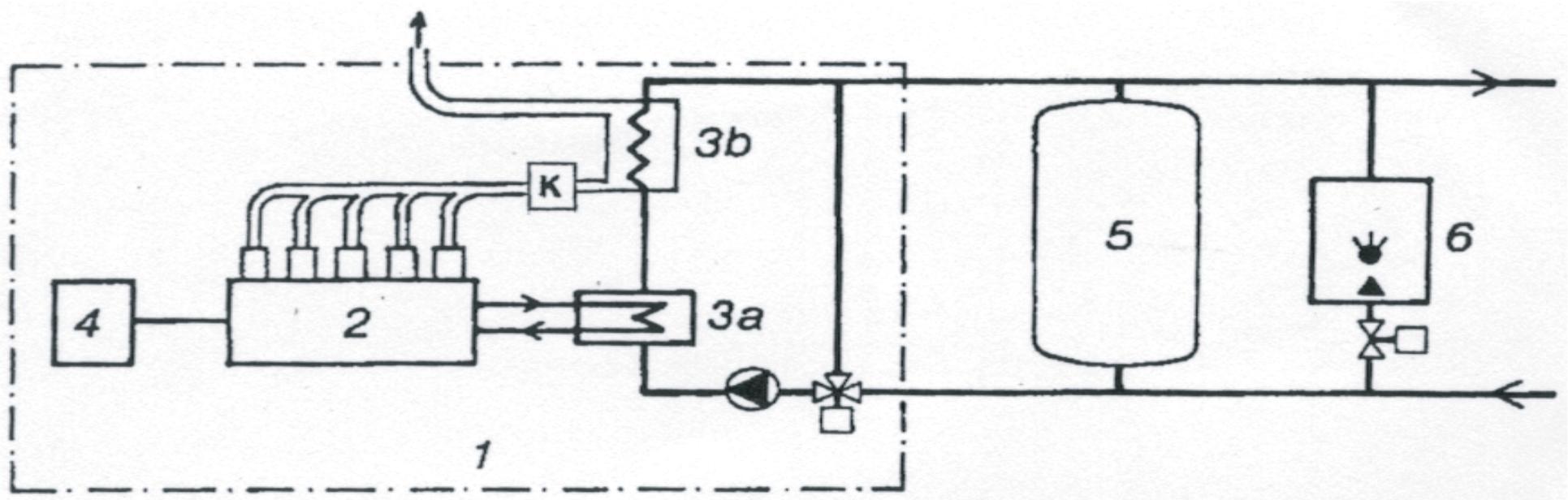
Geschlossener  
Kreislauf



WT = Wärmeaustauscher

WP = Wärmepumpe

V = Ablauf in den Vorfluter (Gewässer)



- 1 BHKW
- 2 Gas- oder Dieselmotor
- 3a Kühlwasser-  
Wärmeaustauscher
- 3b Abgas-Wärmeaustauscher
- 4 Generator
- 5 Speicher
- 6 Spitzen-Heizkessel
- K Katalysator

