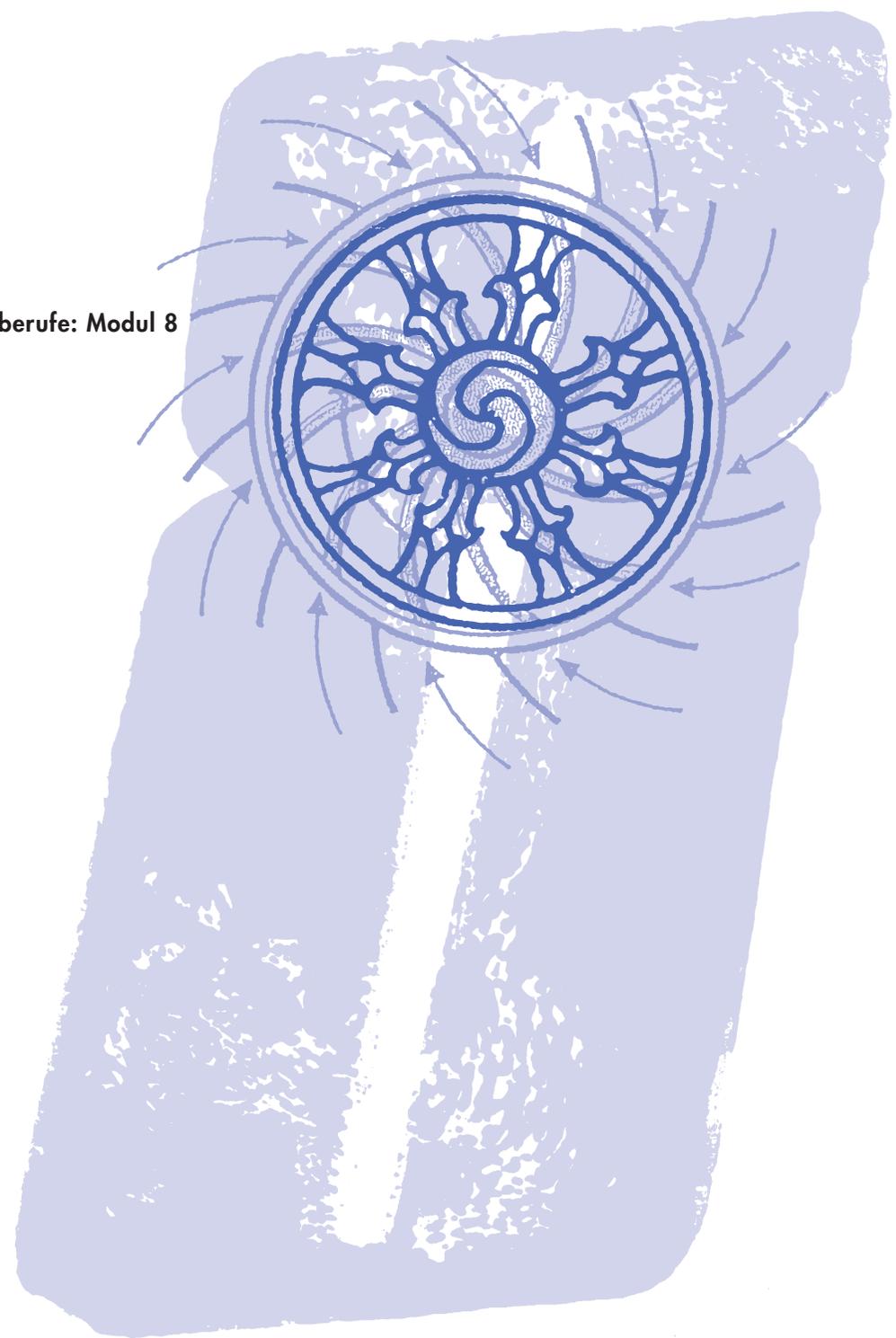


Heizungen

Energie im Unterricht, Module für Maschinenbau-, Elektro- und Informatikberufe: Modul 8

- 1 Einführung: Worum geht es ?**
- 2 Lernziele**
- 3 Vorschläge für den Unterricht**
- 4 Fachinformation**
 - **Energieversorgung**
 - **Wärmeerzeugung**
 - **Wärmeverteilsysteme**
 - **Wärmeabgabe**
 - **Heizungsregelung**
 - **Luftheizung**
- 5 Aufgaben, Lösungsvorschläge**
- 6 Weiterführende Literatur**
- 7 Bild- und Textnachweis**
- 8 Vorlagen**





1 Einführung: Worum geht es ?

Heizwärme ist für uns ein selbstverständlicher Komfortbestandteil. Tatsächlich kann der Mensch in weiten Gebieten der Erde nur überleben, wenn er im Winter eine Heizung zur Verfügung hat. Aber die Entwicklung der Technik und des Lebensstandards seit dem 2. Weltkrieg hat zu immer höheren Ansprüchen an diese Heizung geführt, die letztlich darin münden, dass die Lebensgewohnheiten des Sommers, z.B. bezüglich Bekleidung, Ernährung, Licht, Bewegungsfreiheit unreflektiert auch für den Winter übernommen werden.

Dies heißt, auf die Heizwärme bezogen, dass sie exakt dosiert zu jeder Zeit an jedem gewünschten Ort des Hauses verfügbar sein soll, und dies selbstverständlich ohne jeden körperlichen Einsatz.

Nun hat dieser Komfort aber auch seinen Preis in der Form eines stark steigenden Energiebedarfs und der damit verbundenen Umweltbelastungen. Sieht man vom elektrischen Strom ab, der als hochwertige Energie sowieso nicht zur Produktion von Heizwärme verbraucht werden sollte, fallen bei allen

gebräuchlichen Energieträgern (Erdöl, Erdgas, Holz, Biogas) neben dem Treibhausgas CO₂ Abfallprodukte der Verbrennung an, die die Luft belasten. Und da global gesehen der Heizwärmebedarf parallel zur Bevölkerungsexplosion 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 eine moderne Heizungsanlage, wird ein umweltschonender und wirtschaftlicher Energieeinsatz nur erreicht, 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 Einwirkungsmöglichkeiten gefördert werden.

Dieses Modul soll dazu die erforderlichen Grundlagen bereitstellen.

2 Lernziele

Die Lernenden können ...

- die gebräuchlichen Energieträger für die Gebäudeheizung aufzählen
- die gebräuchlichen Wärmeerzeugerarten nennen
- Aufbau und Funktion von Heizungssystemen skizzieren
- das Prinzip der Heizungsregelung beschreiben
- die Energieeffizienz der verschiedenen Systeme aufzeigen
- die Problematik der Feuerungen bezüglich Treibhausgase und Luftschadstoffe in den Grundzügen erläutern
- die Möglichkeiten der Verwendung von Abwärme zu Heizzwecken an Beispielen darlegen

3 Vorschläge für den Unterricht

Als Einstiegsarbeit kann beispielsweise Lernauftrag 1 aus Kapitel 5 verwendet werden.

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

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

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 Kapitel 4.1 bis 4.5 der Fachinformation)

1 Wärmeerzeuger:

Hier wird das Wasser als Wärmeträger im Heizungskreislauf erwärmt.

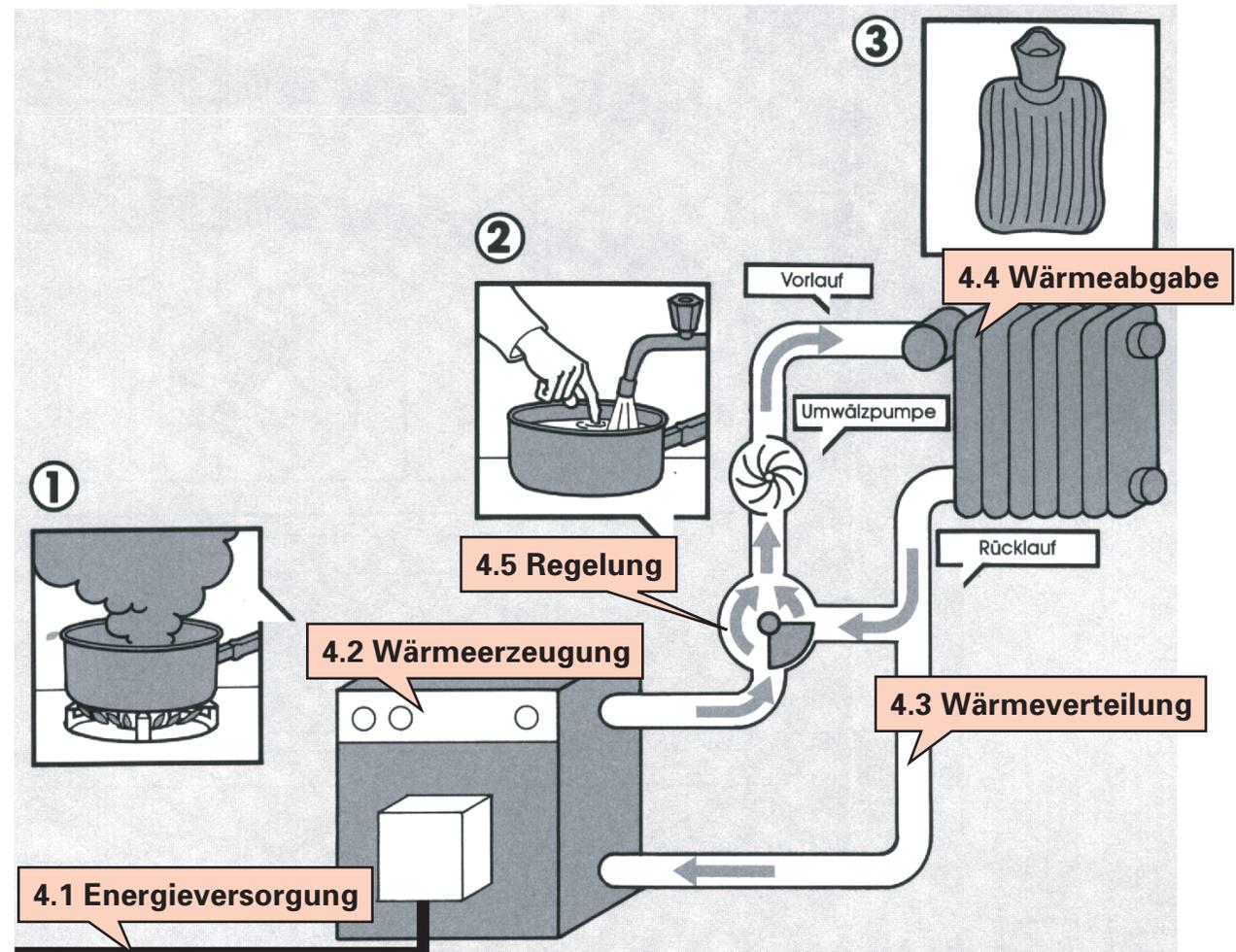
2 Vorlauftemperaturregelung (Mischorgan):

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.

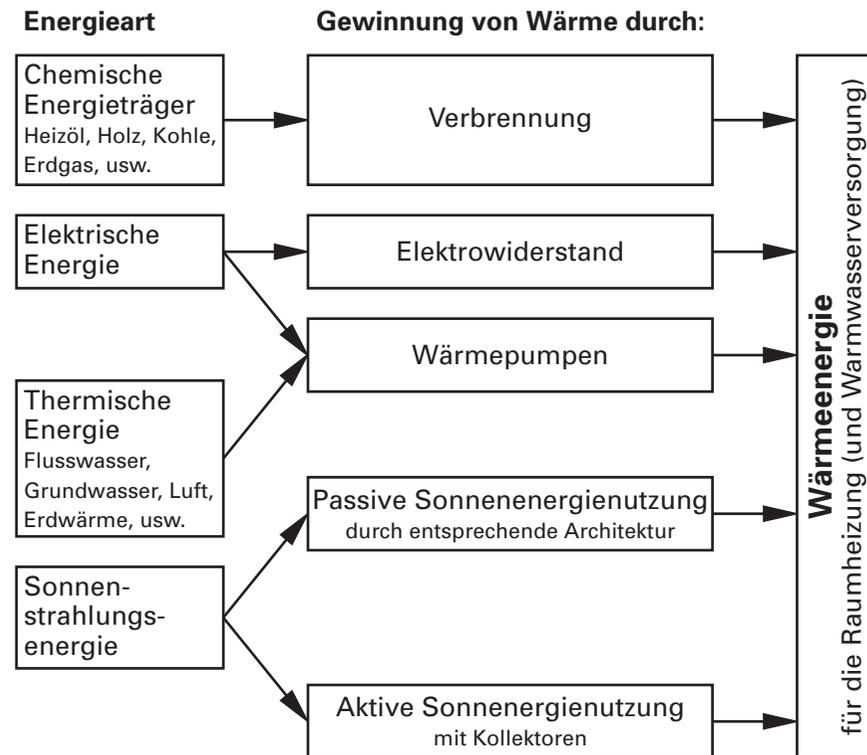


4.1 Energieversorgung

Beispiel der Energiebilanz eines Einfamilienhauses:

	kWh/Jahr	L _{Brennstoff} /Jahr	%
- Heizung	18'000	1'800	44
- Warmwasser	4'000	400	10
- Elektrizität	4'000		10
- Fahrzeuge	15'000	1'500	36
Total	41'000		100

Für die Wärmeversorgung verfügbare Energien:



**Nicht erneuerbare Energieträger:**

(Anteil in der Schweiz ca. 85 %)

- Erdöl
- Erdgas
- Elektrizität aus Kernkraft- und thermischen Kraftwerken
- Kohle
- usw.

Erneuerbare Energieträger:

(Anteil in der Schweiz ca. 15 %)

- Elektrizität aus Wasserkraftwerken
- Solarenergie
- Holz
- Biogas
- Wärme aus Fluss- und Grundwasser, Luft usw.
- Erdwärme
- Windenergie
- usw.

Hinweis:

siehe Gesamtenergiestatistik des BFE (Bundesamt für Energie)

Was ist graue Energie?

Mit grauer Energie wird diejenige Energie bezeichnet, welche im Zusammenhang mit der Herstellung eines Produktes oder der Erbringung einer Dienstleistung aufgewendet werden muss. Sie wird benötigt bei der Gewinnung von Rohstoffen, bei Herstellungsprozessen, bei Lagerungen und Transporten, bei der Werbung und Verpackung usw. Auch die mit der Entsorgung eines Produktes verbundene Energie fällt darunter. Als Konsumierende sind wir immer Verbraucher von Betriebs- und grauer Energie.

(Hinweis: siehe Grundlehrmittel «Energie – Schlüsselgrösse unserer Zeit», Bezug: Walter Gille, Zürichbergstr. 46a, 8044 Zürich, 01/251 49 55).

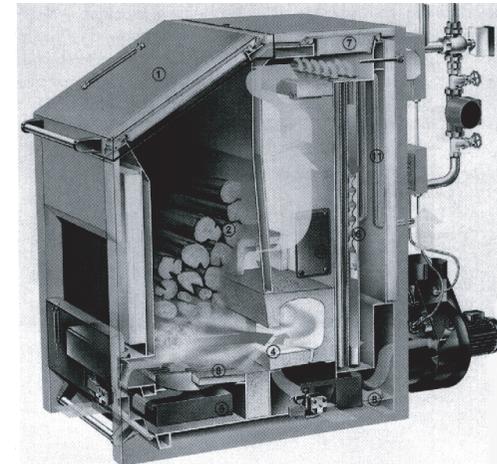
4.2 Wärmeerzeugung

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

Wärmeerzeugung durch Verbrennung von Heizöl und Gas (vorwiegend Erdgas), bzw. Holz



Heizkessel für die Feuerung von Heizöl
mit Beistellspeicher für die Warmwasserversorgung



Heizkessel für die Feuerung von Holz



Heizkessel für die Feuerung von Gas

Wärmeerzeugung mit elektrischer Energie

Wärmepumpe

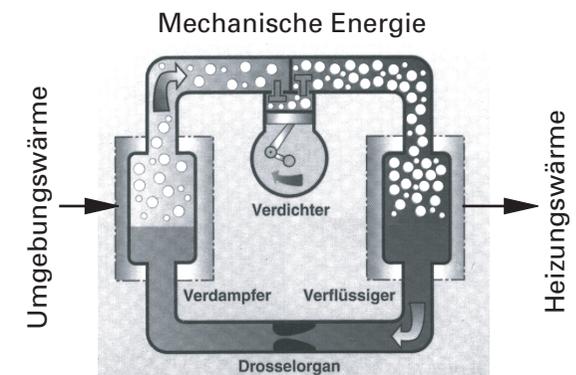
Die eigentliche Wärmepumpe ist ein relativ «kleiner Blechkasten», der irgendwo im oder um das Gebäude steht.



In diesem «Kasten» sind 4 Hauptkomponenten installiert:

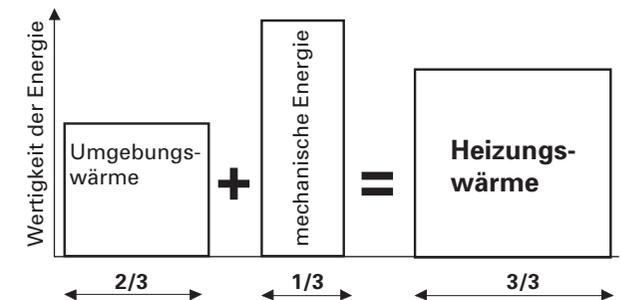
- Verdampfer
- Verdichter
- Verflüssiger
- Drosselorgan

Darin zirkuliert ein Arbeitsmittel, welches den Aggregatzustand (gasförmig – flüssig) je nach Verhältnis ändert.



Die abgegebene Nutzwärme stammt im Durchschnitt zu etwa $\frac{2}{3}$ von der Wärmequelle (niedrigwertige Umweltwärme; Abwärme etc.) und zu $\frac{1}{3}$ von der hochwertigen Antriebsenergie des Verdichtermotors.

Hinweis: Detailinformationen zur Wärmepumpe siehe Modul 3



Elektrowiderstandsheizung

Im Gegensatz zur Wärmepumpe werden $\frac{3}{3}$ hochwertige Energie benötigt.

Sonnenenergie

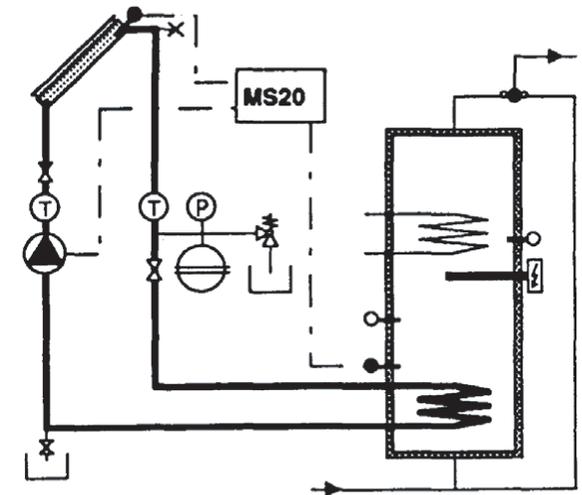
Passive Sonnenenergienutzung



Solaranlagen



Funktion einer Solaranlagen



Der Solarkreislauf umfasst das geschlossene Rohrsystem, eine Umwälzpumpe mit Hilfsarmaturen, einen Wärmeaustauscher zur Abgabe der Solarwärme ans Heizsystem sowie ein Differenztemperatur-Steuergerät, welches die Pumpe steuert. Siehe Modul 2.



Fernwärme

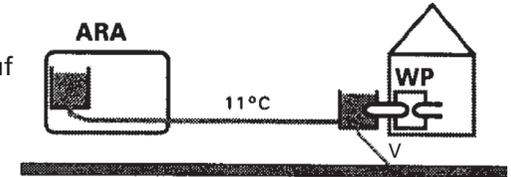


Ein Postulat der rationellen Energienutzung ist, dass Abwärme, die in grösseren Mengen anfällt, zu Heizzwecken herangezogen wird, sofern dies ökologisch und ökonomisch tragbar ist.
Beispiel: Kehrlichtverbrennungsanlage (KVA).
Die anfallende Verbrennungswärme kann auf diese Art genutzt werden.

Bis heute wurden fast ausschliesslich Wärmenetze realisiert, die zentral erwärmtes Heizwasser über wärmegeämmte Fernwärmeleitungen in die angeschlossenen Gebäude befördern. Immer häufiger wird, vor allem zur Nutzung niederwertiger Wärme, wie solcher aus Abwasser, das System der kalten Fernwärme bevorzugt. Dieses basiert auf kostengünstigen nicht wärmegeämmten Leitungen.

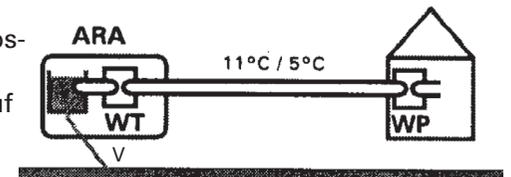
Kalte Fernwärme aus der ARA

Offener
Kreislauf



Das gereinigte Wasser aus der Abwasserreinigungsanlage (ARA) wird mit unisolierten Leitungen zu den Wärmebezügnern geführt, welche mittels Wärmepumpe (WP) die benötigte Wärme entziehen. Das abgekühlte Wasser wird in ein Gewässer (allenfalls Meteorwasser-Kanalisation) eingeleitet.

Geschlossener
Kreislauf

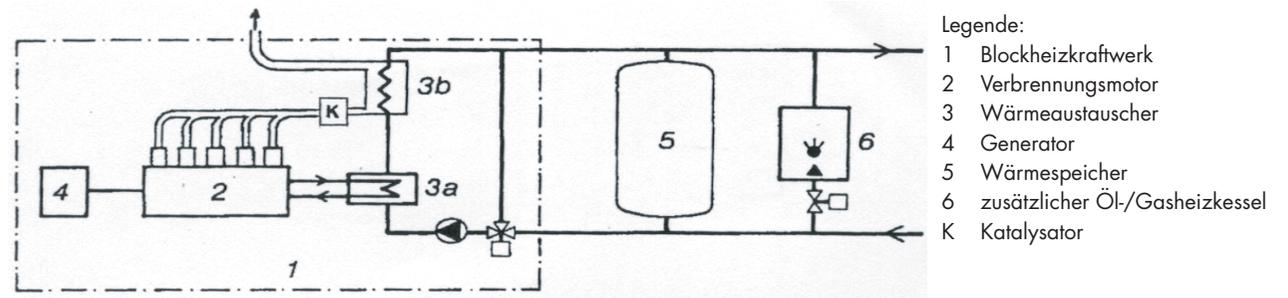


Das gereinigte Wasser aus der Abwasserreinigungsanlage (ARA) fliesst über einen Wärmeaustauscher (WT). Ab diesem wird die Wärme in einem geschlossenen Kreislauf mit unisolierten Leitungen zu den Wärmebezügnern geführt, welche mittels Wärmepumpe die benötigte Wärme erzeugen.

Weitere Energienutzungsmöglichkeiten

Beispiel: Blockheizkraftwerk (BHKW)

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

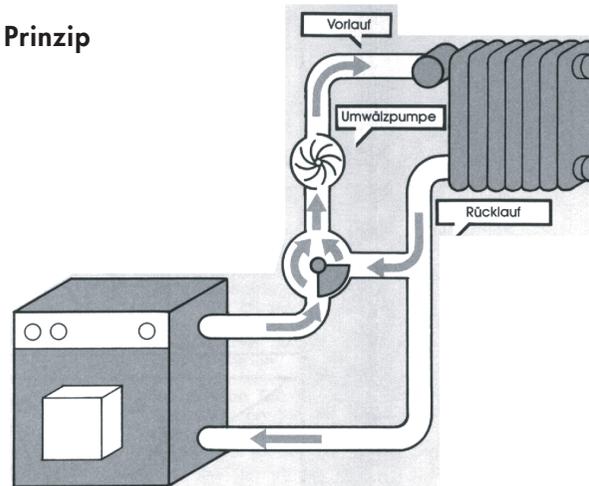


Wird der von einem grossen Verbrennungsmotor generierte Strom zum Antrieb einer Wärmepumpe verwendet, so erzeugt die Anlage zusammen mit der Abwärme eine Nutzwärme von 130 % (Brennstoffzufuhr = 100%).

4.3 Wärmeverteilsystem

Wärmeverteilung mit Wasser als Wärmeträger

Prinzip



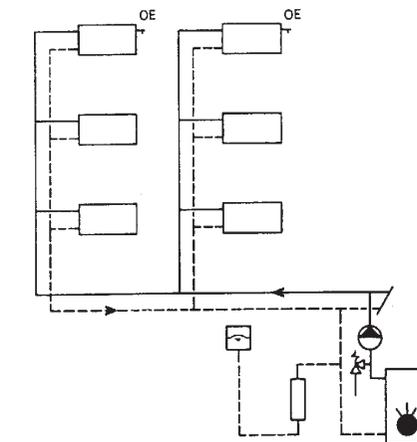
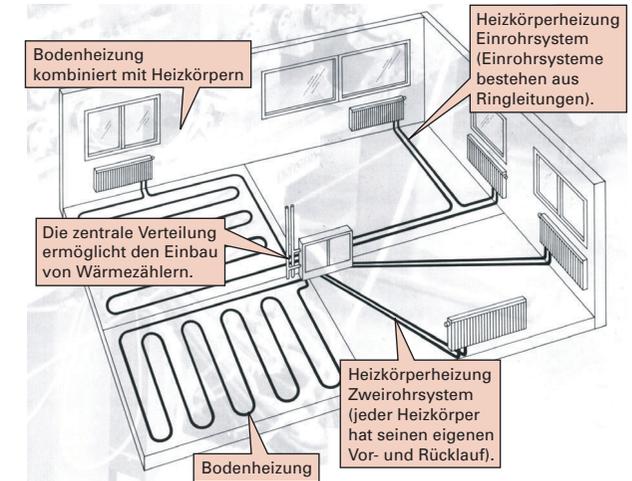
Sobald die Heizungsanlage in Betrieb genommen wird, zirkuliert das im Leitungssystem enthaltene Wasser (Wärmeträger) zwischen dem Wärmeerzeuger und den Heizflächen.

Als Werkstoff für das erforderliche Rohrnetz werden vorwiegend Stahl- und Kunststoffrohre verwendet. Beim Verteilsystem ist der Wärmedämmung zur Vermeidung von späteren Leitungswärmeverlusten die notwendige Beachtung zu schenken.

Ein übliches Heizungssystem arbeitet mit folgenden Vorlauftemperaturen bei einer Aussentemperatur von -10°C (gilt für das schweiz. Mittelland):

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

Verteilsysteme



Dieses Prinzipschema stellt ein konventionelles Zweirohrsystem mit senkrechten Steigleitungen dar. OE = örtliche Entlüftung

4.4 Wärmeabgabe

Übliche Systeme zur Wärmeabgabe bei Wasser als Wärmeträger

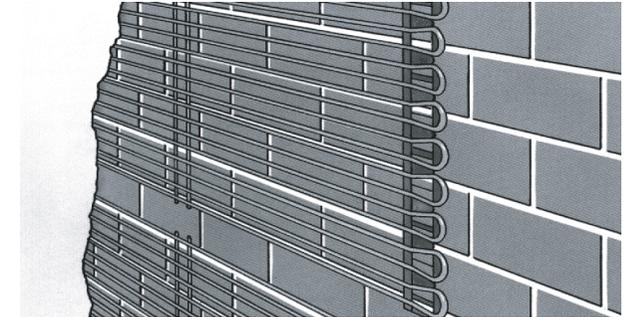
Boden- und Wandheizungen

Boden- und Wandheizungen zeichnen sich als sog. Flächenheizung unter anderem durch einen hohen Strahlungsanteil der Wärmeabgabe aus.

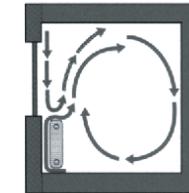
Beispiel einer Bodenkonstruktion mit Bodenheizung



Beispiel einer Konstruktion als Wandheizung

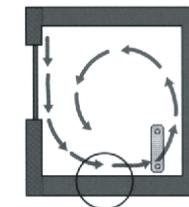


Heizkörper

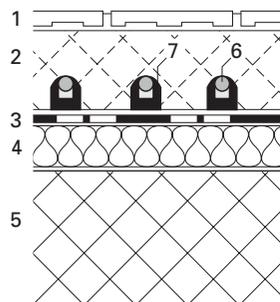


Heizflächen sollten grundsätzlich an den Aussenflächen platziert sein. Sie bieten dann einen Ausgleich der Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Aussenwand und wirken dem Kaltluftabfall entgegen (äussert sich als Zugerscheinungen im Fussbereich).

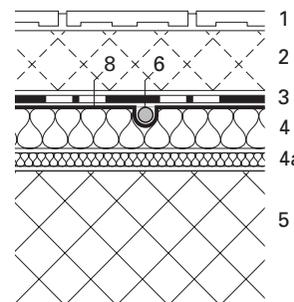
Bei sehr gutem Wärmedämmstandard, insbesondere Fenster-U-Werten unter $1 \text{ W/m}^2\text{K}$, ist jedoch auch ohne Heizflächen unter den Fenstern ein guter Komfort erreichbar.



A: Nasssystem



B: Trockensystem



- 1 Belag
- 2 Unterlagsboden
- 3 Folie
- 4 Dämmung (4a separate Trittschalldämmung)
- 5 Tragkonstruktion
- 6 Rohre
- 7 Halterung
- 8 Wärmeleitlamellen



Vergleich Bodenheizung und Heizkörper

Bodenheizung

Vorteile

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

Nachteile

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

Heizkörper

Vorteile

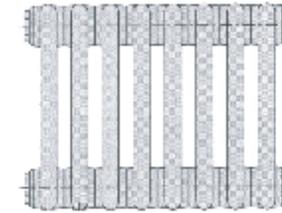
- flinke Regulierung
- einfache Einzelraum-Regulierung mit Thermostatventilen
- nachträgliche Anpassungen möglich

Nachteile

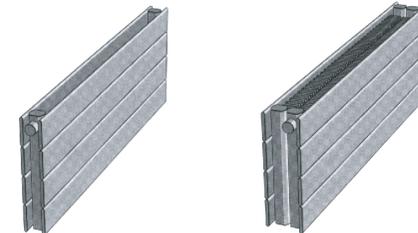
- höhere Vorlauftemperatur oder sehr grosse Heizkörper (für tiefe Vorlauftemperatur)
- Platzbedarf der Heizkörper

Heizkörper-Bauarten

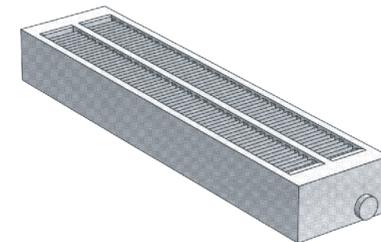
Radiatoren



Heizwände mit/ohne Lamellen



Konvektoren



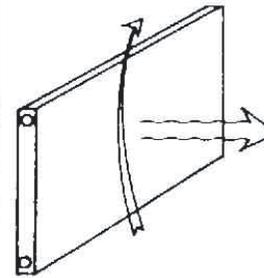
4.5 Heizungsregelung

Wärmeabgabe bei Warmwasserheizungen

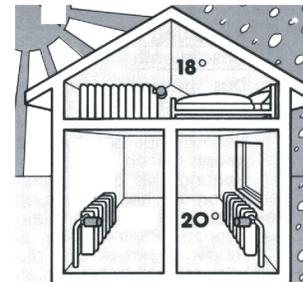
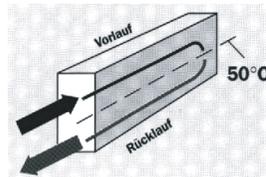
Jeder Heizkörper gibt die Differenz zwischen dem mit dem Wasser zufließenden und dem wegfließenden Wärmestrom teilweise durch Strahlung und teilweise durch Konvektion (d.h. Wärmetransport mit bewegter Luft) an seine Umgebung ab.

Die Heizflächenleistung ist abhängig von

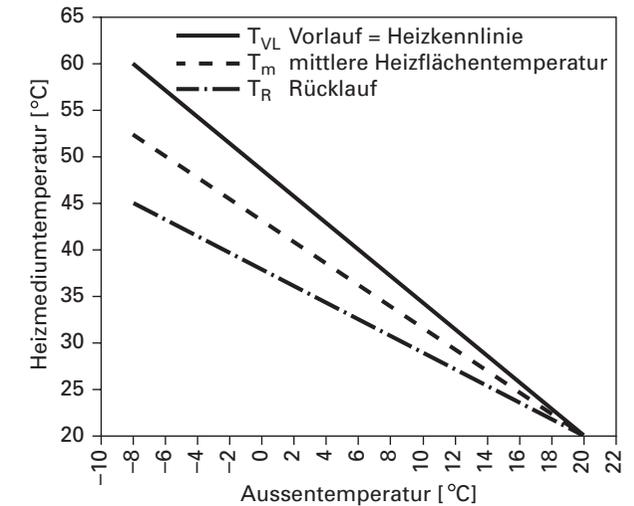
- der Heizfläche und



- der Temperaturdifferenz der mittleren Heizflächen-
temperatur zur Raumtemperatur.

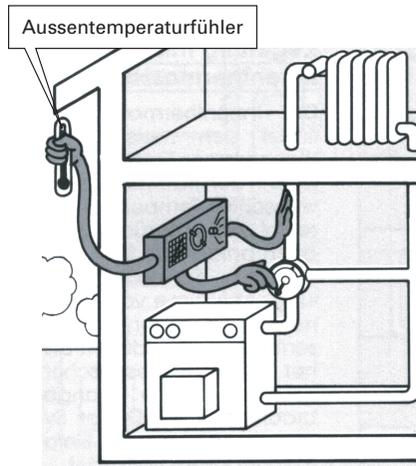


Da die Heizfläche eine konstante Größe ist, erfolgt die Leistungsregulierung durch die Anpassung der mittleren Heizflächentemperatur T_m .





Beispiel: Witterungs- geführte Vorlauf- temperatur- Regelung



Funktionsweise des Regelgerätes

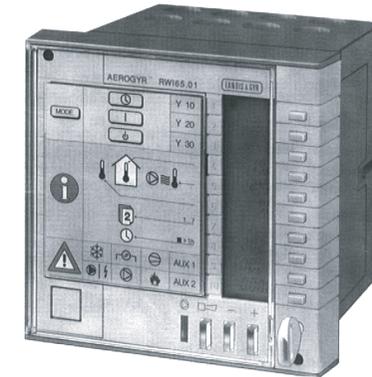
Das Regelgerät passt die Vorlauftemperatur automatisch den klimatischen Bedingungen an.

Es enthält drei Bedienelemente:

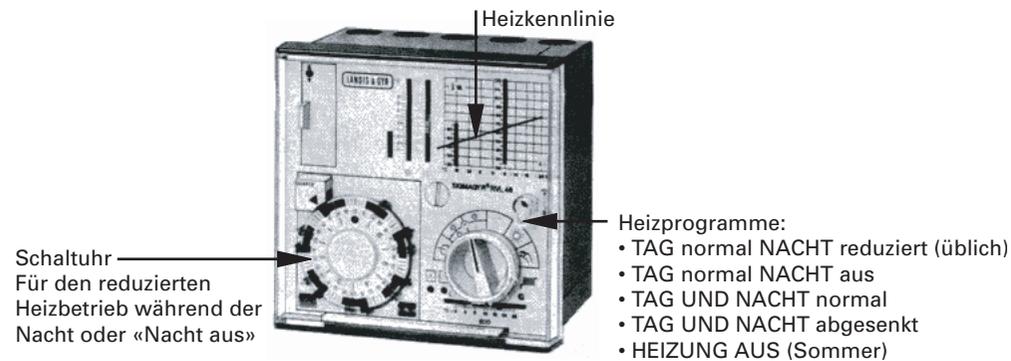
- Die Heizkennlinie, welche die Vorlauftemperatur der Aussenlufttemperatur entsprechend einstellt.
- Eine Schaltuhr, mit der automatisch eine periodische reduzierte Heizleistung oder Abstellung der Heizung erreicht werden kann (z.B. nachts).
- Einen Programmschalter, welcher die Wahl des Heizprogramms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

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.



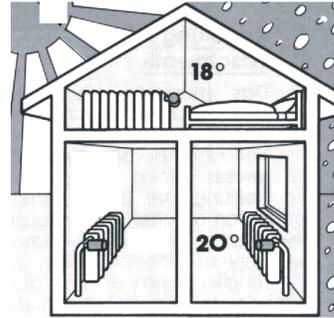
Beispiel eines Regelgerätes





Einzelraumregulierung

In einigen Kantonen sind Einzelraumregulierungen unter gewissen Bedingungen vorgeschrieben.



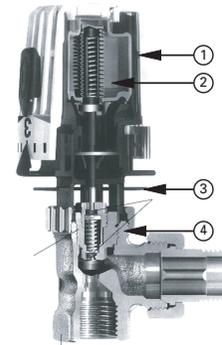
Zusammen mit einer witterungsgeführten Vorlauftemperaturregelung sind individuelle Raumtemperaturen möglich.

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.

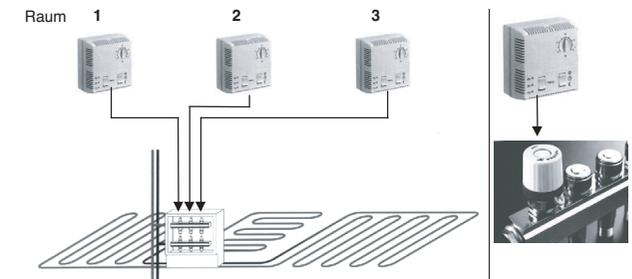


Sinkt die Temperatur im Raum, zieht sich der Fühler zusammen und öffnet über den Stift das Ventil.

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.





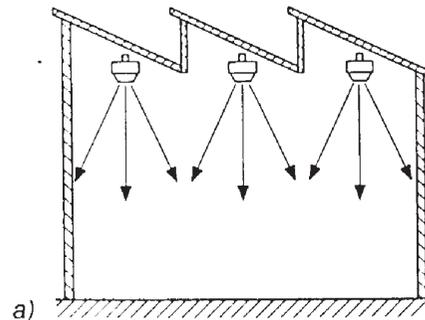
4.6 Luftheizung

Wand- und Deckenluftheizgeräte für grosse Einzelräume

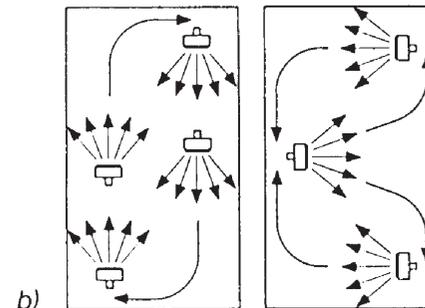
mit elektrischer Erwärmung oder mit Wärmeaustauschern für Erwärmung durch Heizwasser oder Dampf sowie Geräte mit Öl- oder Gasbrennern werden in Werkstätten oder Industriehallen und dergleichen eingesetzt. Es gibt Geräte mit Umluft-, Mischluft- oder Aussenluftbetrieb sowie solche mit eingebauter Wärmerückgewinnung.

Einsatz von Luftheizapparaten

- a) bei Deckenmontage
- b) bei Wandmontage



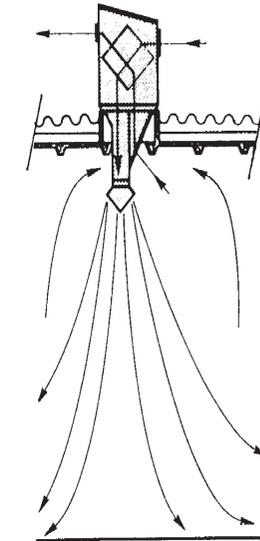
a)



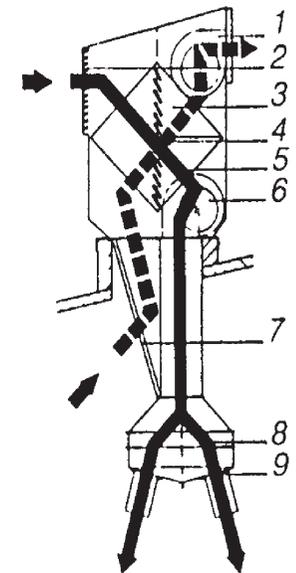
b)

Apparate mit Wärmerückgewinnung

Prinzip



Details im Schnitt



- 1 Abluftventilator
- 2 Aussenluftklappe
- 3 Bypassklappe
- 4 Wärmeaustauscher
- 5 Umluftklappe
- 6 Zuluftventilator
- 7 Luftverteiler mit Abluftfilter
- 8 Luftherhitzer
- 9 Wurfdüse



Warmluftheizungssysteme

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

Vorteile:

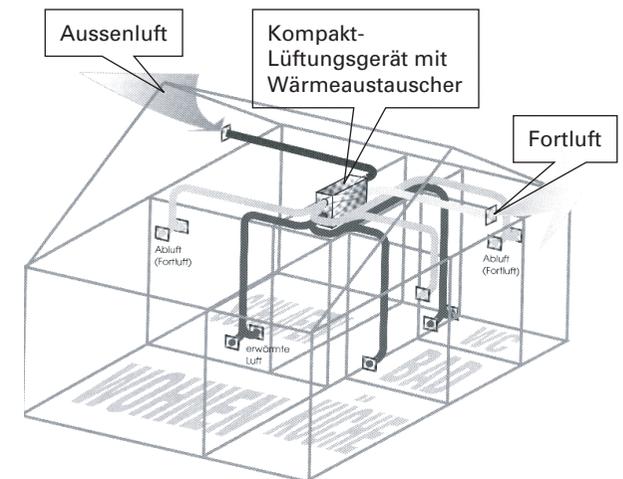
- Schnelles Anpassen an sich ändernde Einstrahlungsverhältnisse auf der einen und an die Heizbedürfnisse auf der anderen Seite
- Günstiges Temperaturprofil im Raum, d.h. geringstmögliche Temperaturunterschiede im Aufenthaltsbereich der Personen
- Wegfall sichtbarer Heizflächen wie bei der Fussbodenheizung, 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)

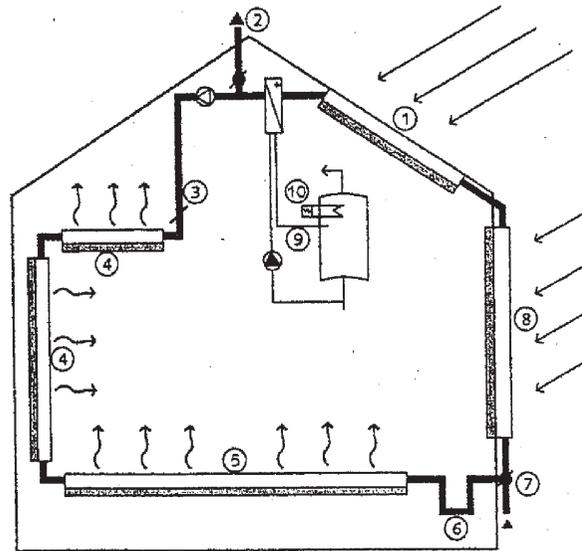
Kontrollierte Wohnraumlüftung

Die «kontrollierte Wohnraumlüftung» oder «Komfortlüftung» stellt eine energiesparende Kombination von Heizungs- und Lüftungsanlagen dar. Der Transmissionswärmebedarf ist in den letzten Jahren durch Wärmeschutzmassnahmen stark gesenkt worden, der Lüftungswärmebedarf ist aus hygienischen Gründen jedoch konstant geblieben. Bei sehr gut wärmedämmten Gebäuden ist der Lüftungswärmebedarf bereits ebenso gross wie der Transmissionswärmebedarf. Wohnlüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung sind in der Lage, den Lüftungswärmebedarf stark zu vermindern.



Solarluftsysteme

Es werden wieder vermehrt Solarluftsysteme gebaut.
Ein solches System kann wie folgt konstruiert sein:



Legende:

- 1 Dachkollektor
- 2 Luftauslass Sommer
- 3 Rückschlagklappe
- 4 Verteilkanäle
- 5 Speicherboden
- 6 Sifon
- 7 Lufteinlass Sommer
- 8 Fassadenkanal
- 9 Solarkreislauf zur Erwärmung von
Brauchwasser
- 10 Nachheizung



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 Gebäude (Ihr Wohnhaus, das Schulhaus, usw.) beheizt wird, und notieren Sie die wichtigsten Anlageteile.

Lernauftrag 2

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 3

Energieträger

Die verschiedenen Energiearten haben Vor- und Nachteile.

Sie benötigen folgende Hilfsmittel:

Fachliteratur

Bearbeitungsaufgabe:

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

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.



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

Internetadressen

Institutionen:

- www.infoenergie.ch
- www.strom.ch
- www.erdoel.ch
- www.erdgas.ch
- www.energie.ch
- www.swissolar.ch
- www.vhe.ch (Vereinigung für Holzenergie)

Firmen:

- www.hoval.ch
- www.brennwald.ch
- www.viessmann.com
- www.grundfos.com
- www.holzfeuerung.ch (Schmid AG)

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

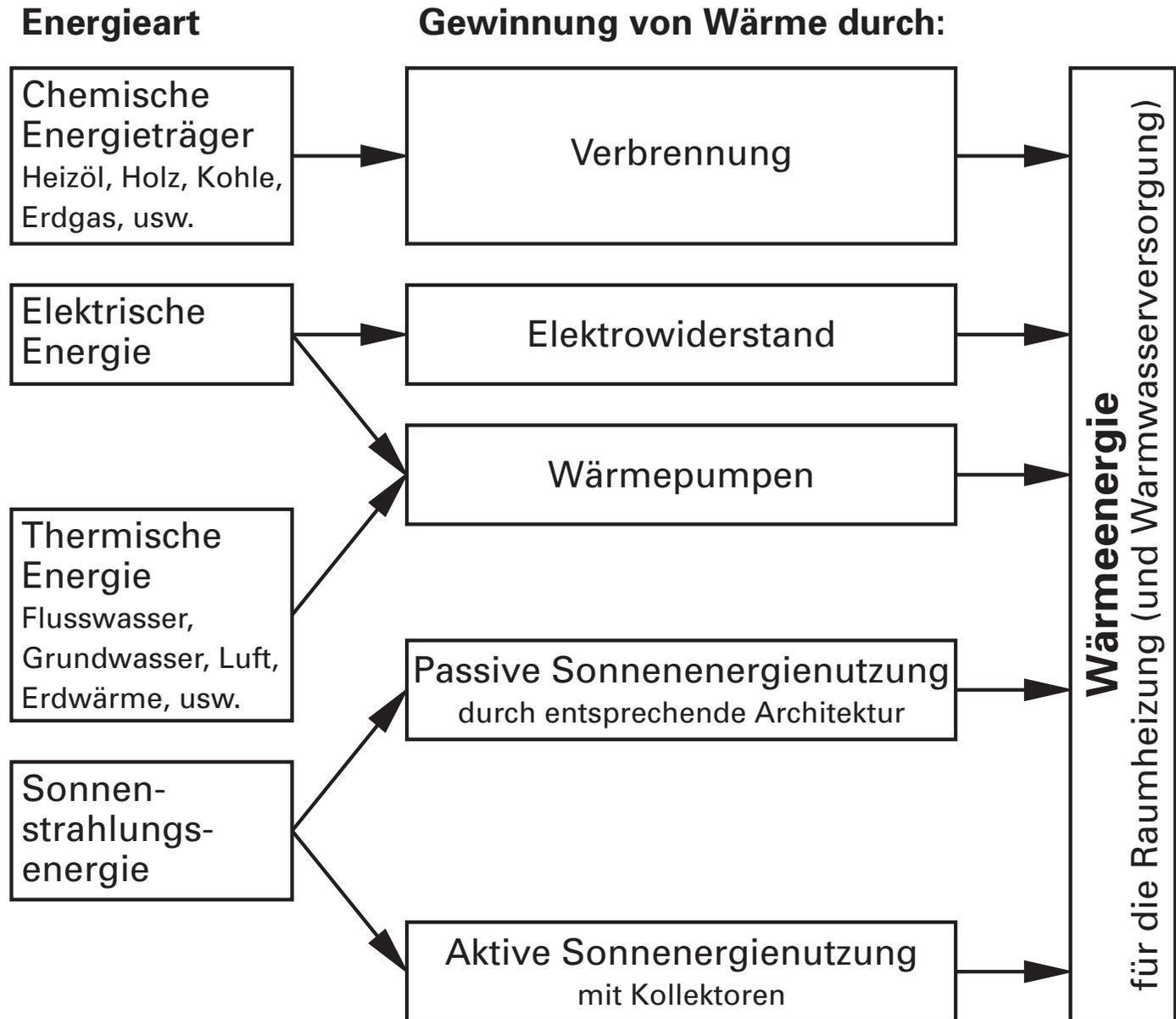
- Hoval Herzog AG, General Wille-Str. 201, 8706 Feldmeilen
- Brennwald AG, Dammstr. 12, 8810 Horgen
- Viessmann (Schweiz) AG, Händlistr. 11, 8957 Spreitenbach
- Tobler Gebr. AG, Steinackerstr. 10, 8902 Urdorf
- Grundfos Pumpen AG, Bruggacherstr. 10, 8117 Fällanden

7. Bild- und Textnachweis

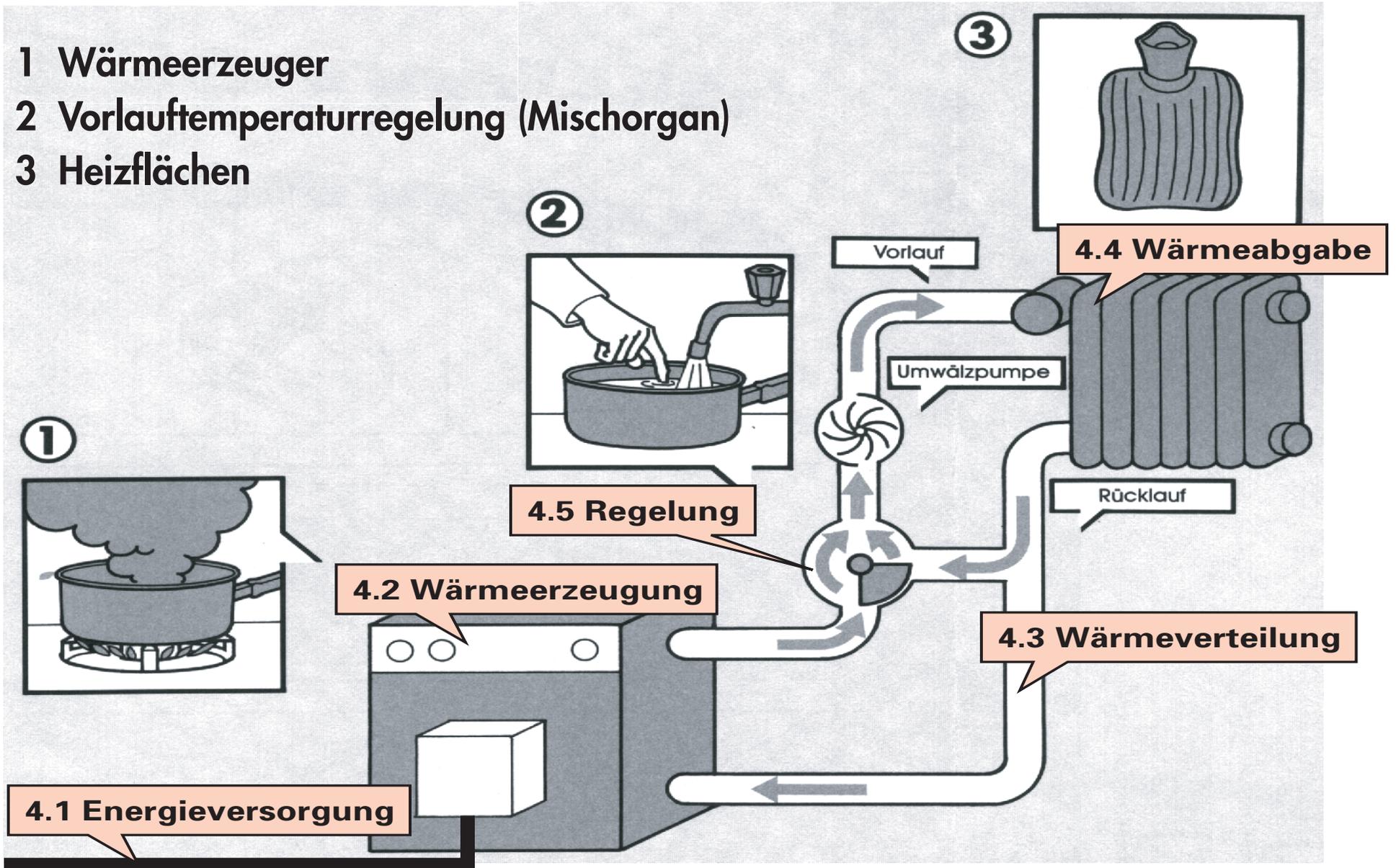
- Publikationen des Bundesamtes für Energie
- Publikationen des ehemaligen Bundesamtes für Konjunkturfragen
- Grundlehrmittel «Energie – Schlüsselgrösse unserer Zeit», Sauerländer, Aarau

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

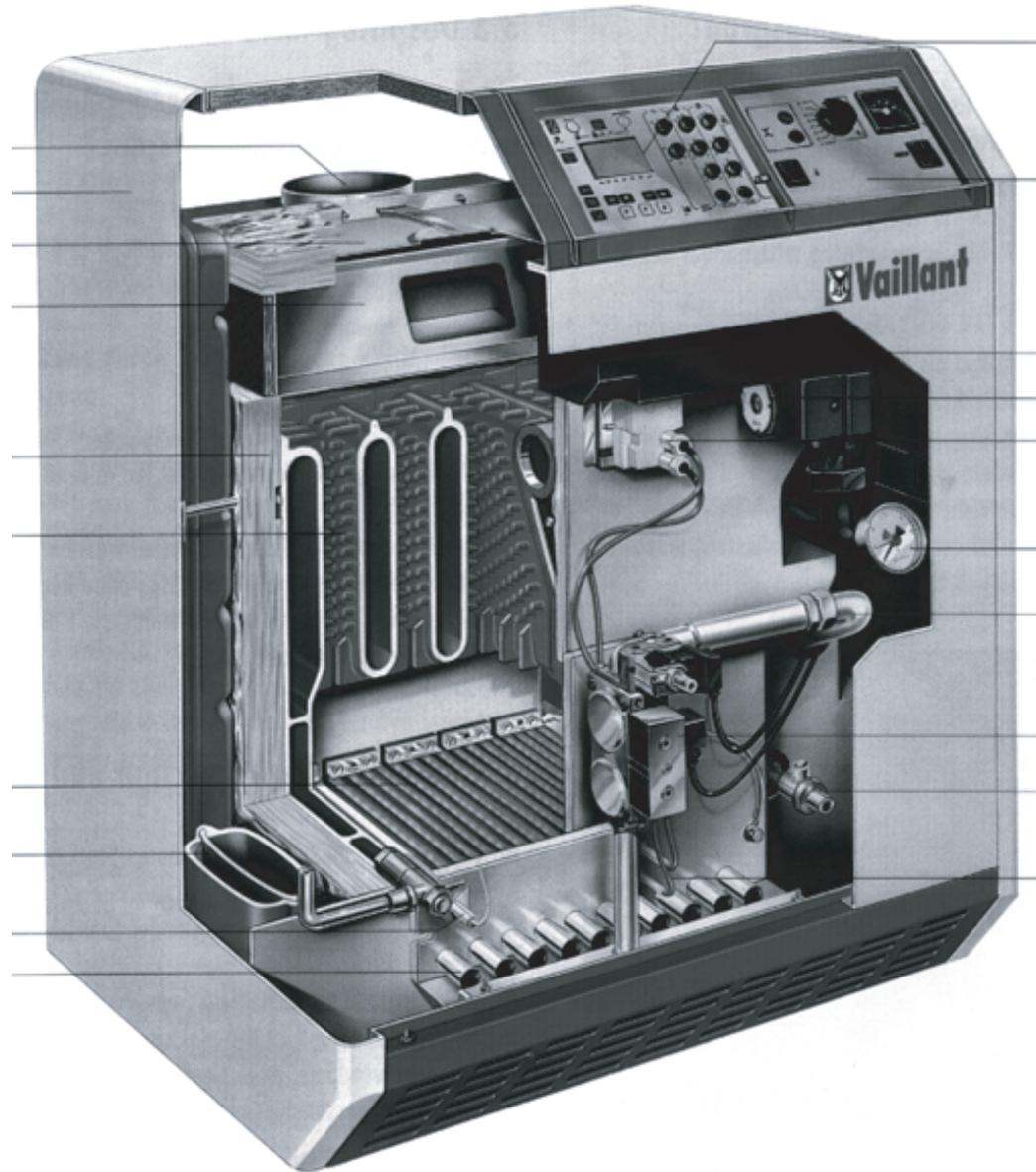
8. Vorlagen

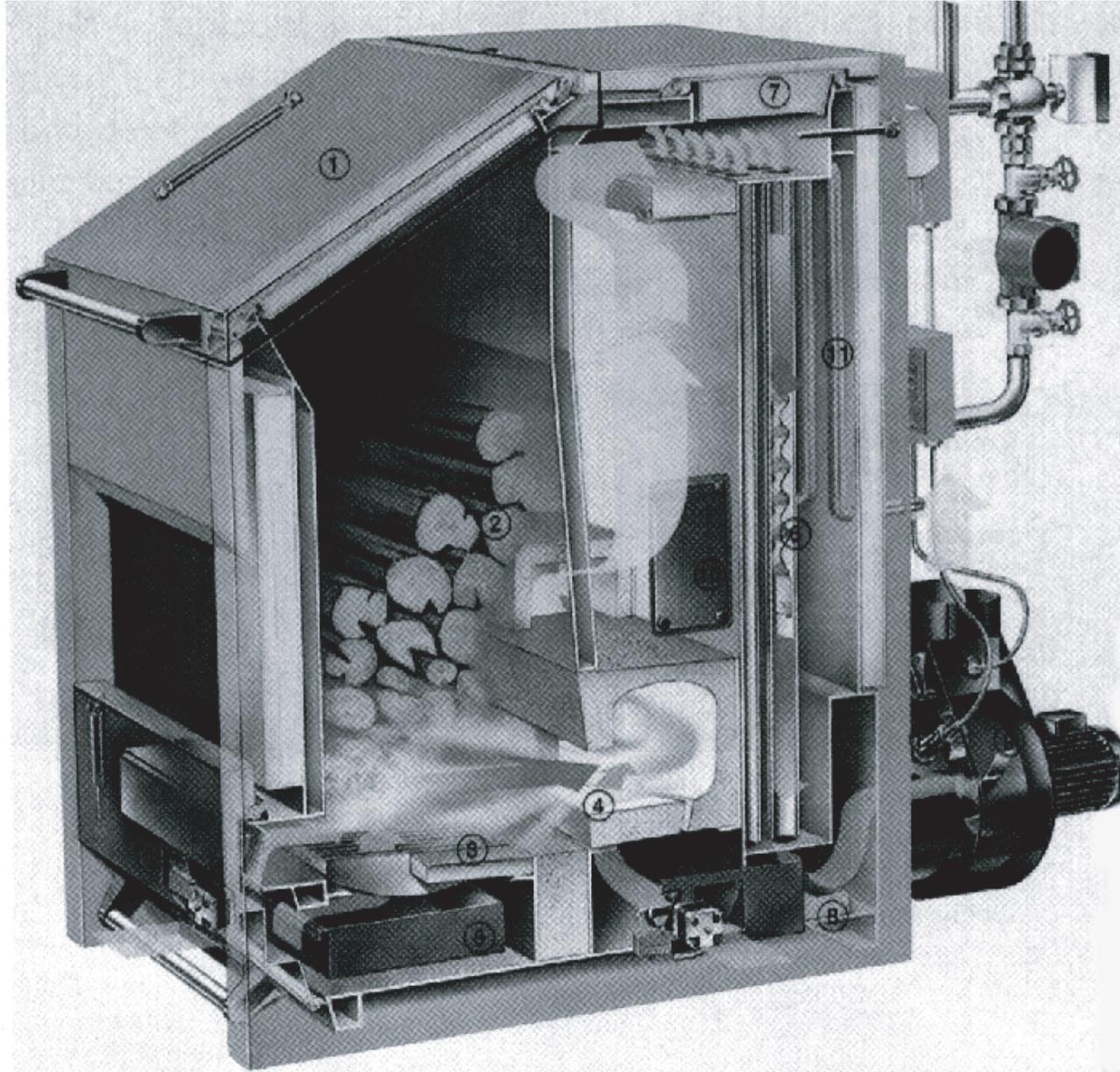


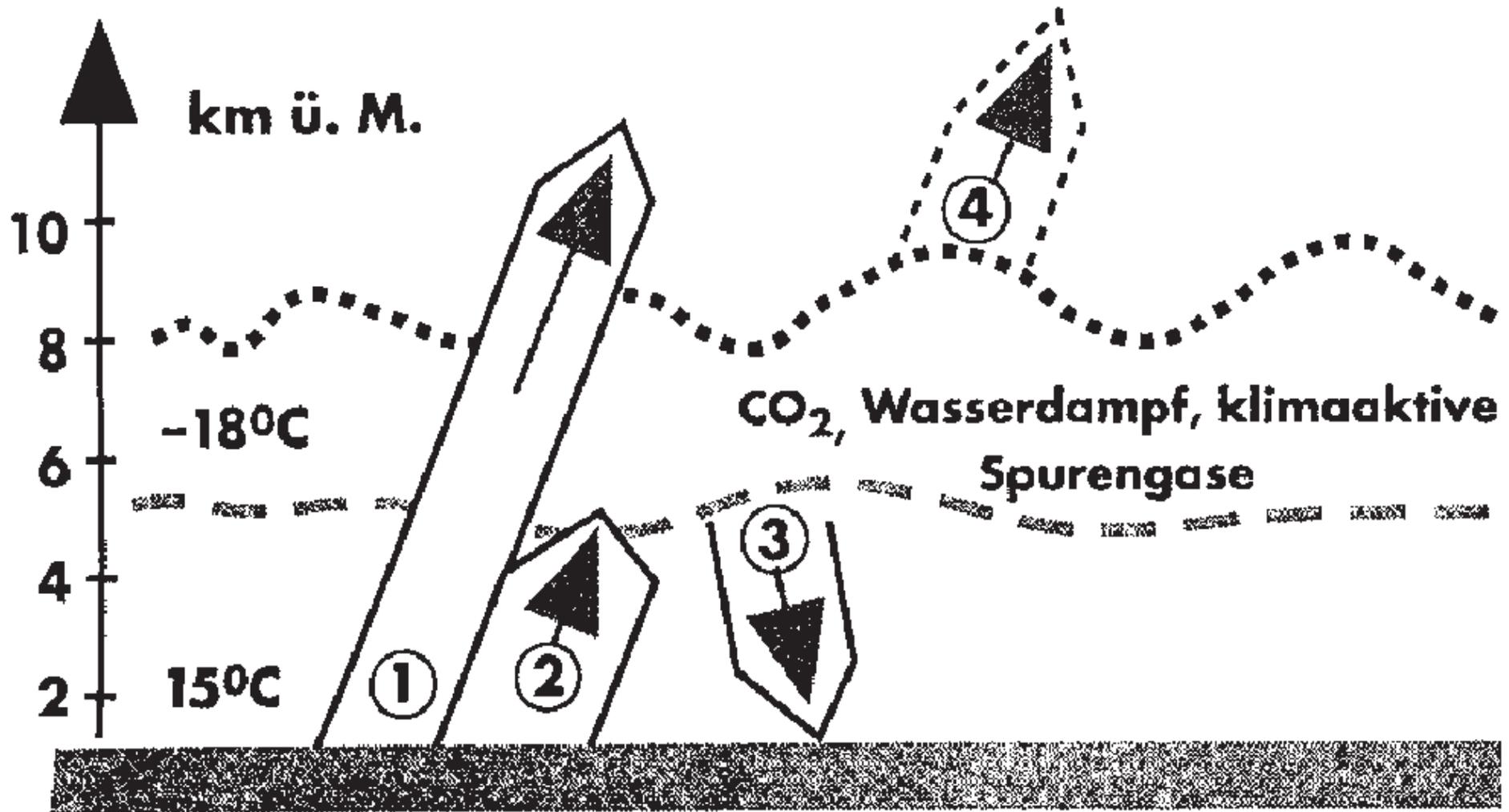
- 1 Wärmeerzeuger
- 2 Vorlauftemperaturregelung (Mischorgan)
- 3 Heizflächen





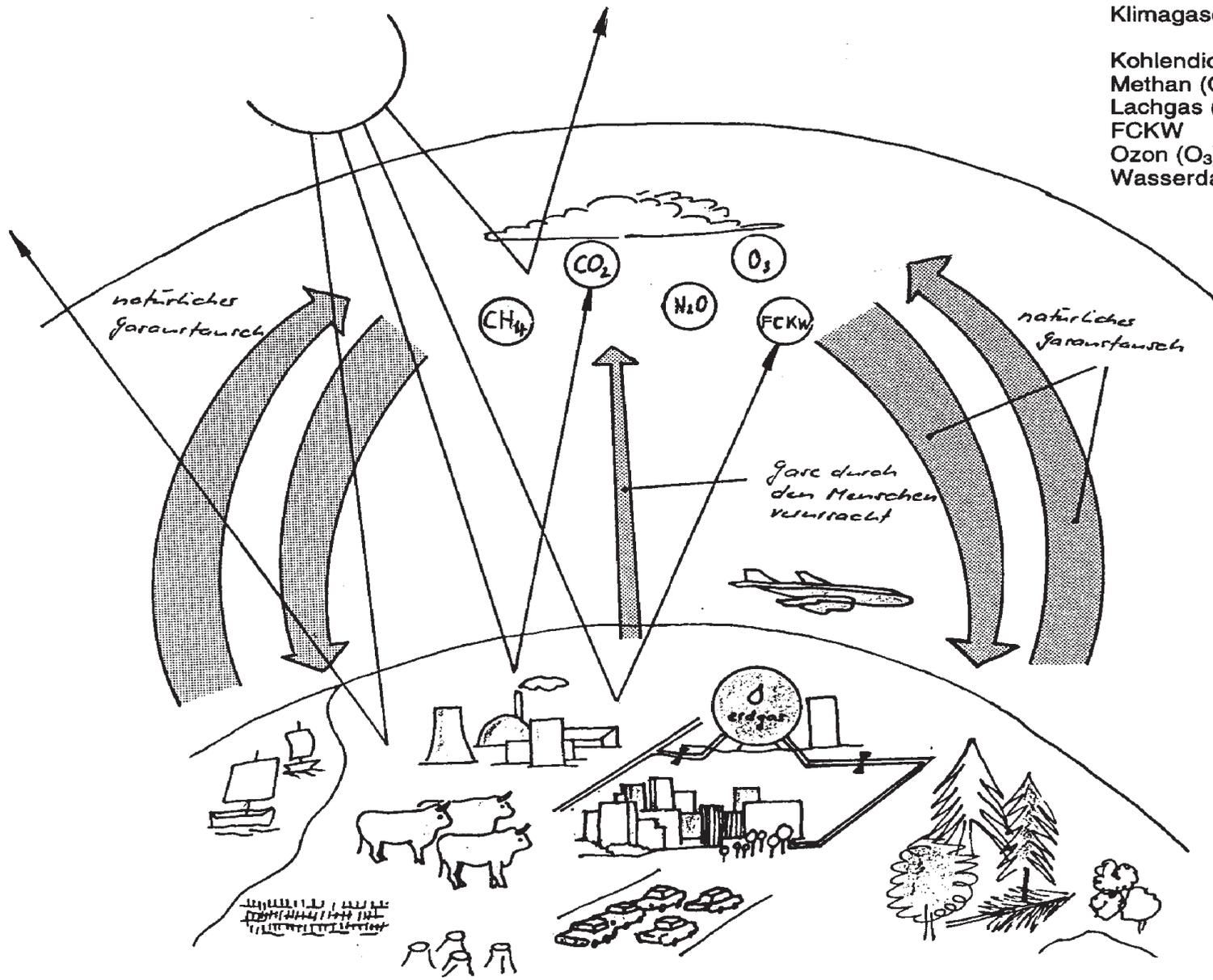








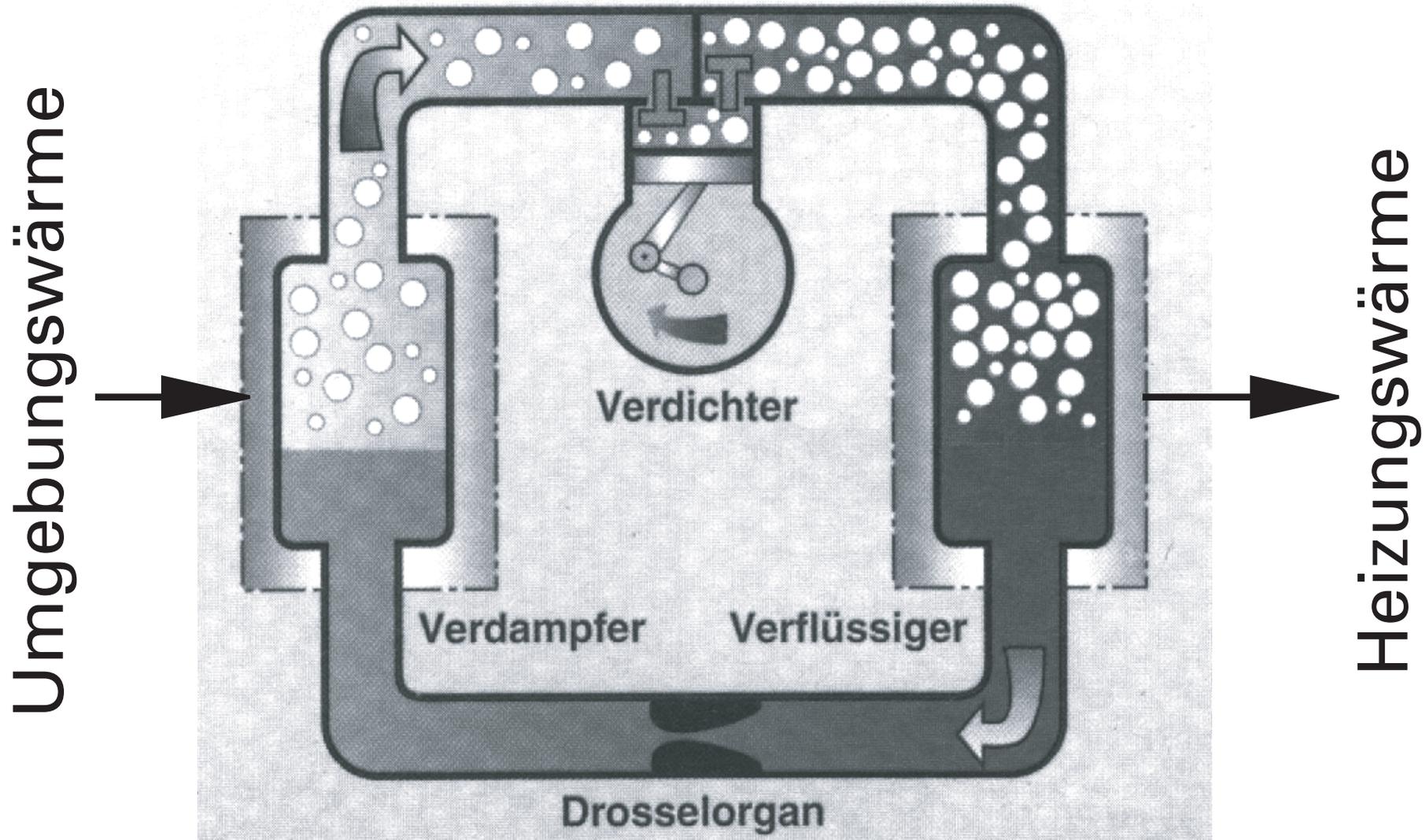
Bezeichnung	Hauptquellen	Beitrag zum anthropogenen Treibhauseffekt
Kohlendioxid (CO ₂)	Verbrennung fossiler Brenn- und Treibstoffe, Brandrodung	55%
Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW)	Aerosole (Sprays), Kühlschränke, synthetische Schäume, Feuerlöschmittel	8%
Methan (CH ₄)	Reisfelder, Mülldeponien, Fermentation von Darminhalten der Wiederkäuer	26%
Lachgas (N ₂ O)	Stickstoffdünger, Verbrennung fossiler Brenn- und Treibstoffe	2%
Troposphärisches Ozon (O ₃)	photochemische Reaktion zwischen NO _x und VOC	9%
	Total	100%

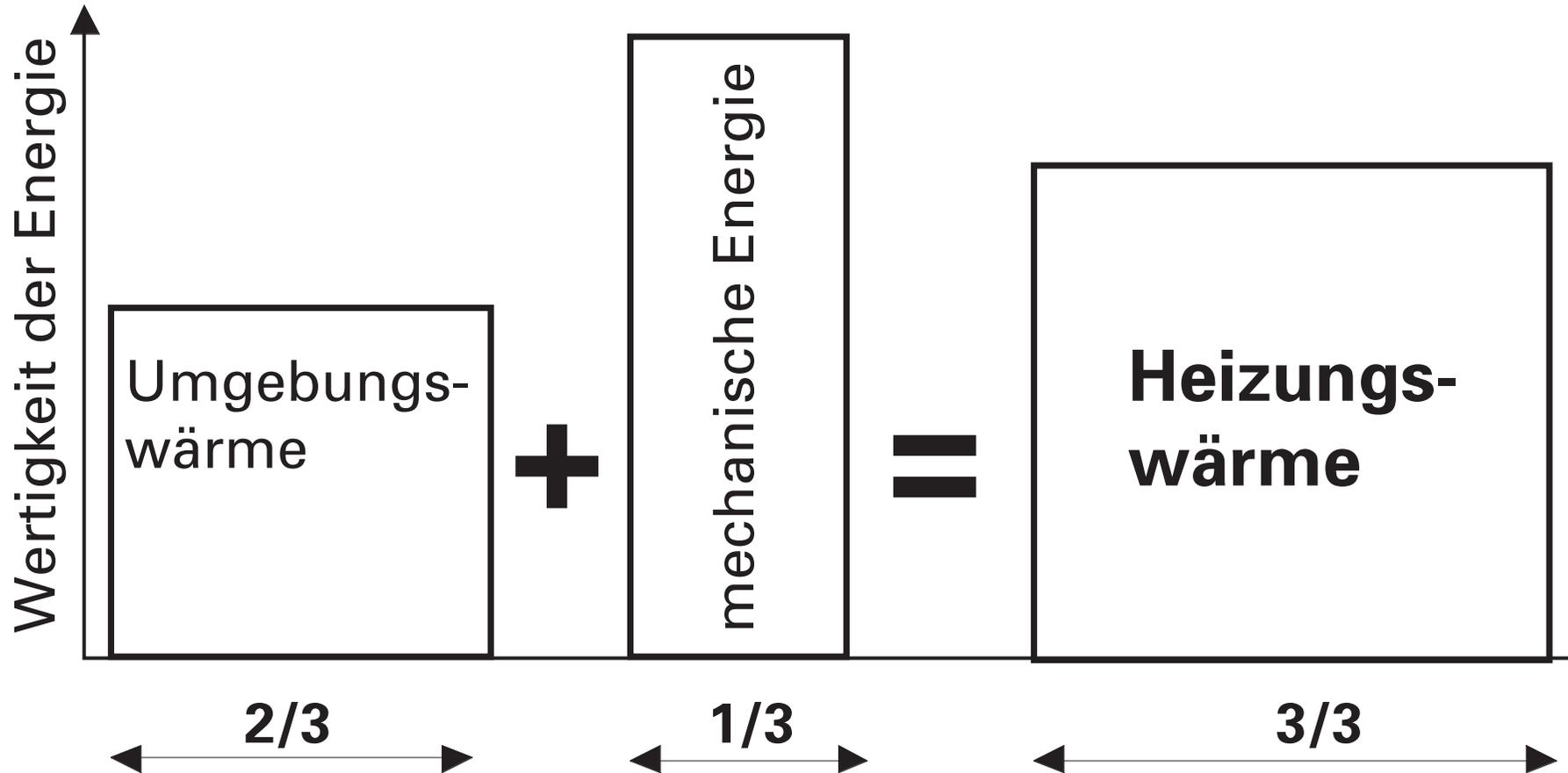


- Klimagase:
- Kohlendioxid (CO_2)
 - Methan (CH_4)
 - Lachgas (N_2O)
 - FCKW
 - Ozon (O_3) und
 - Wasserdampf



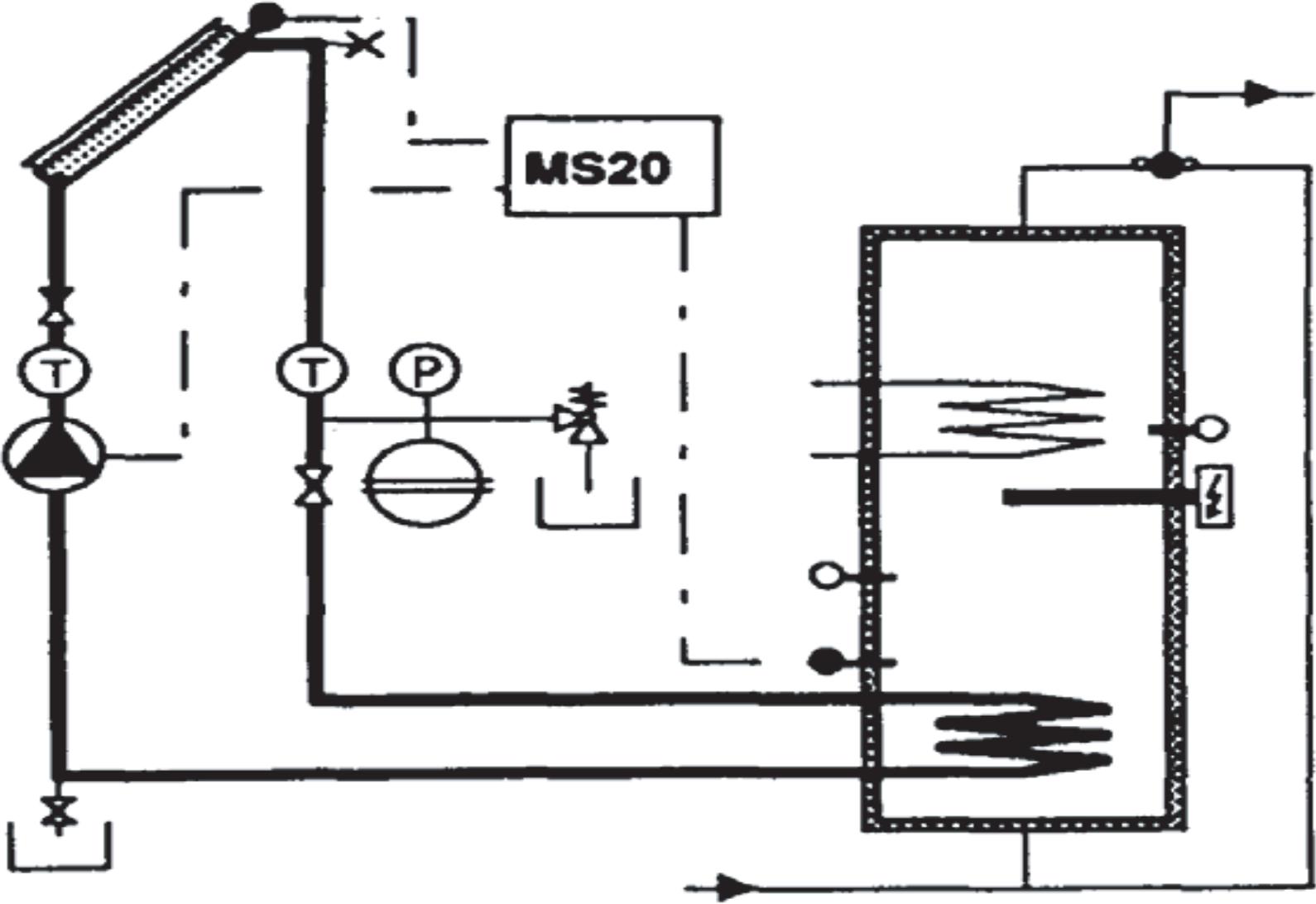
Mechanische Energie

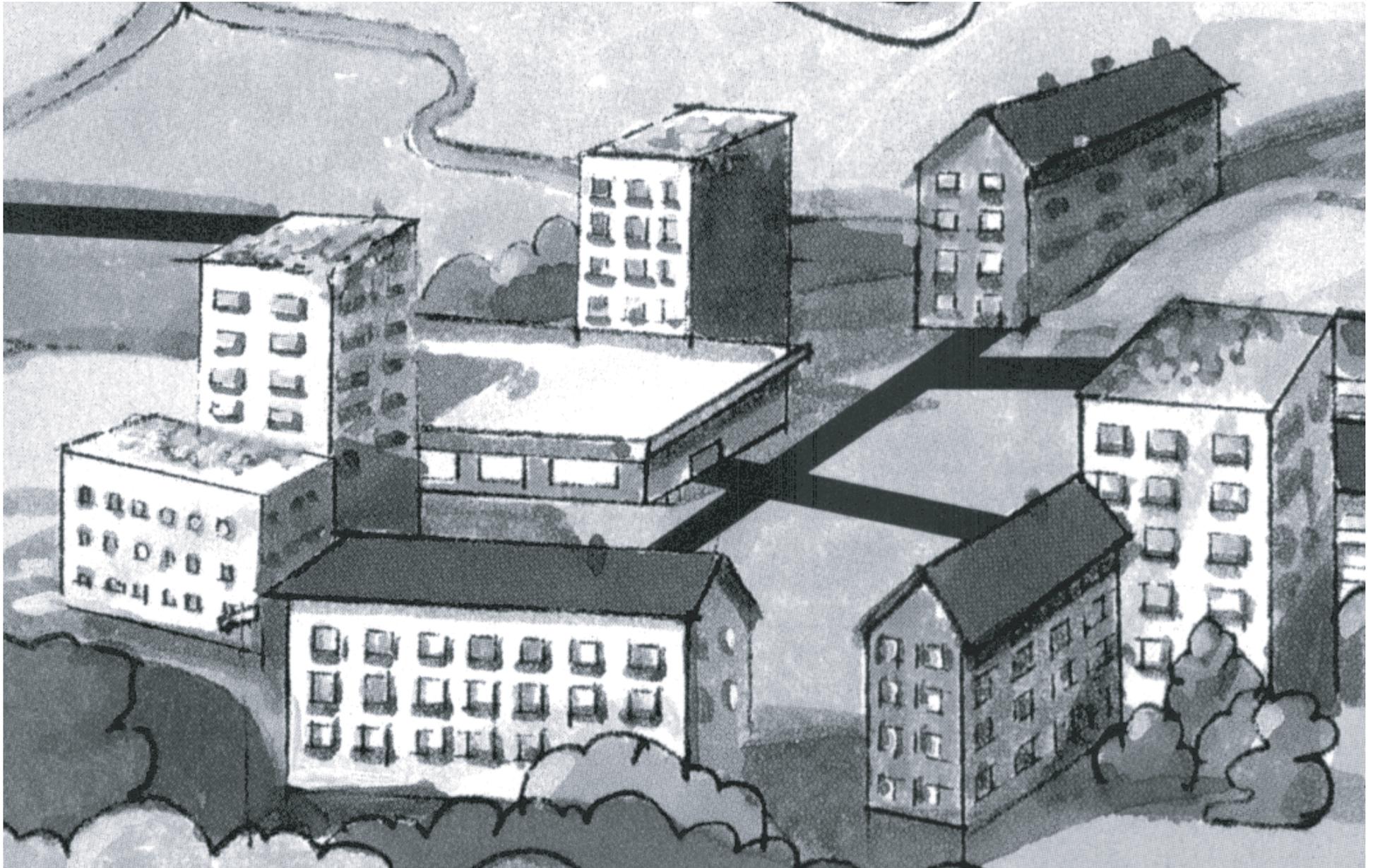




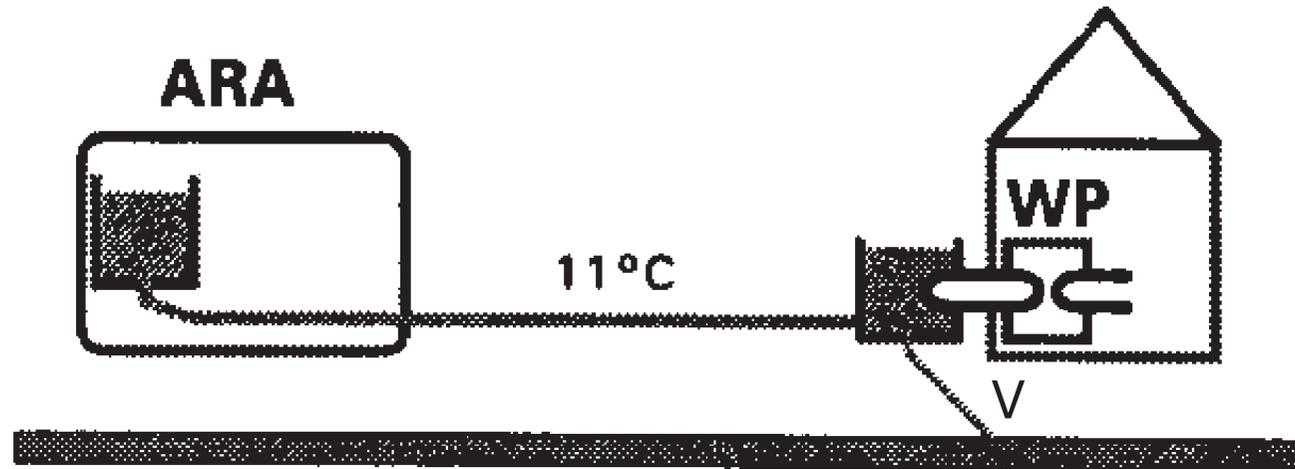




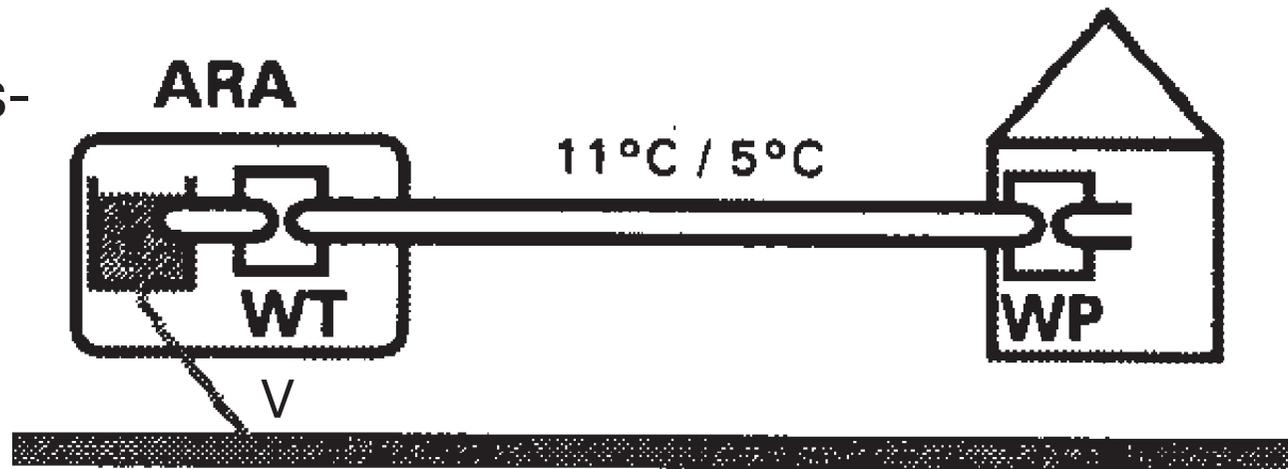




Offener
Kreislauf



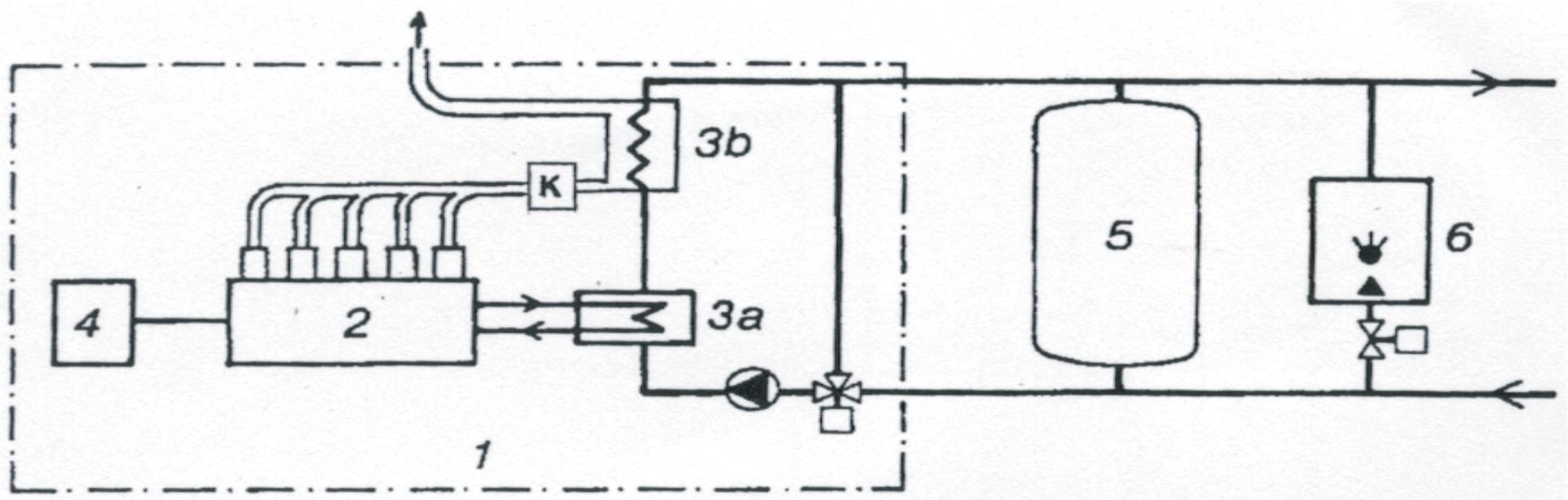
Geschlossener
Kreislauf



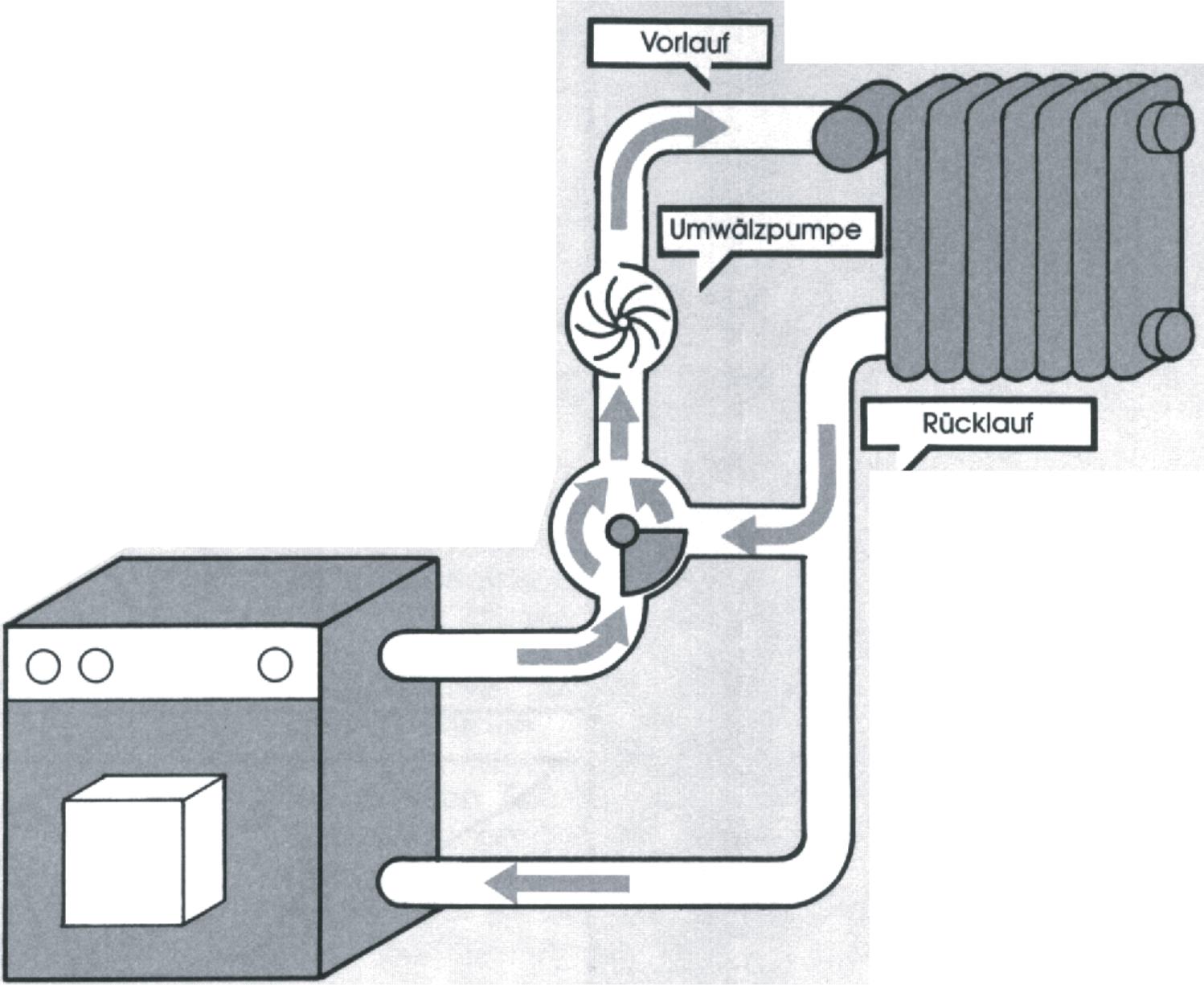
WT = Wärmeaustauscher

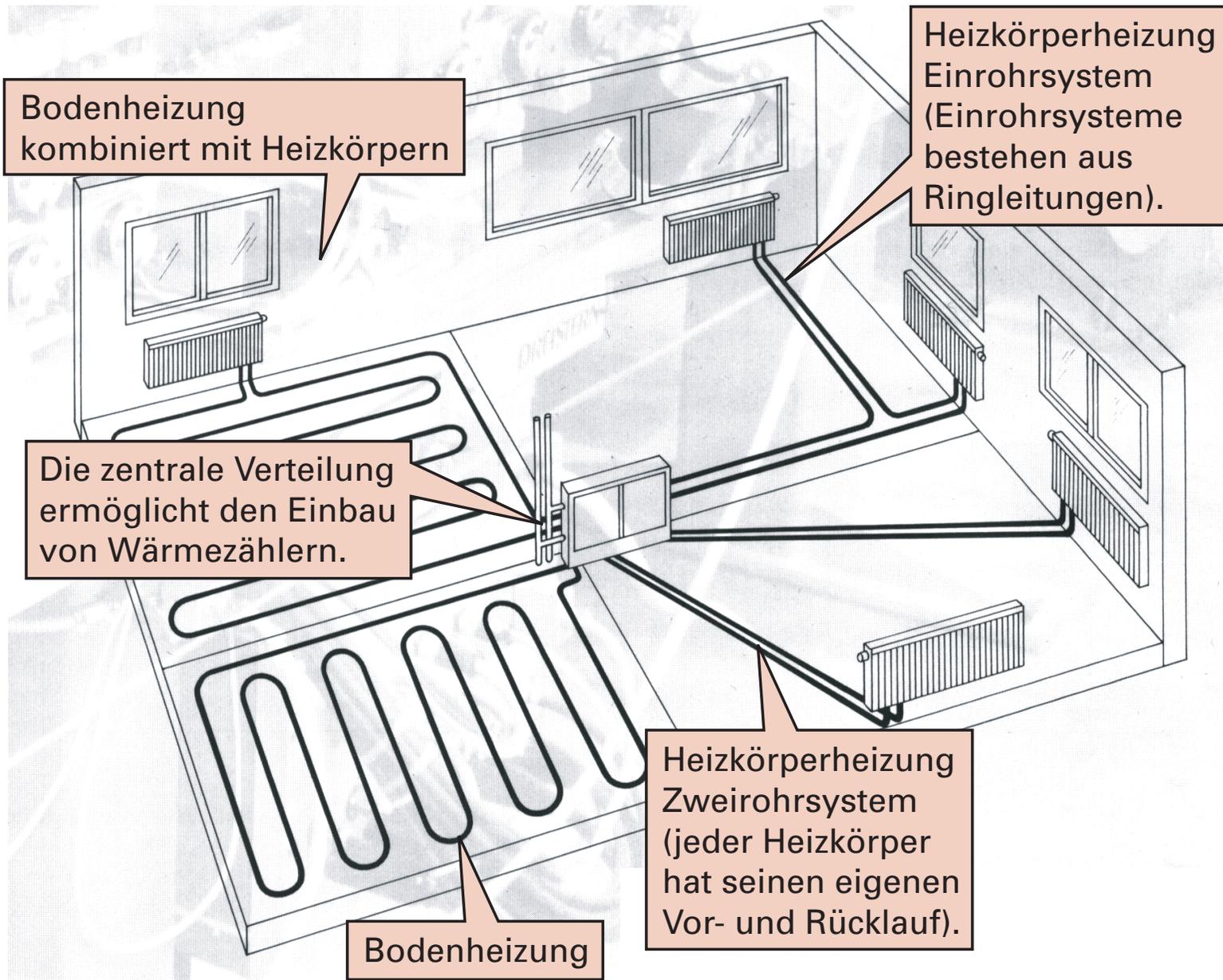
WP = Wärmepumpe

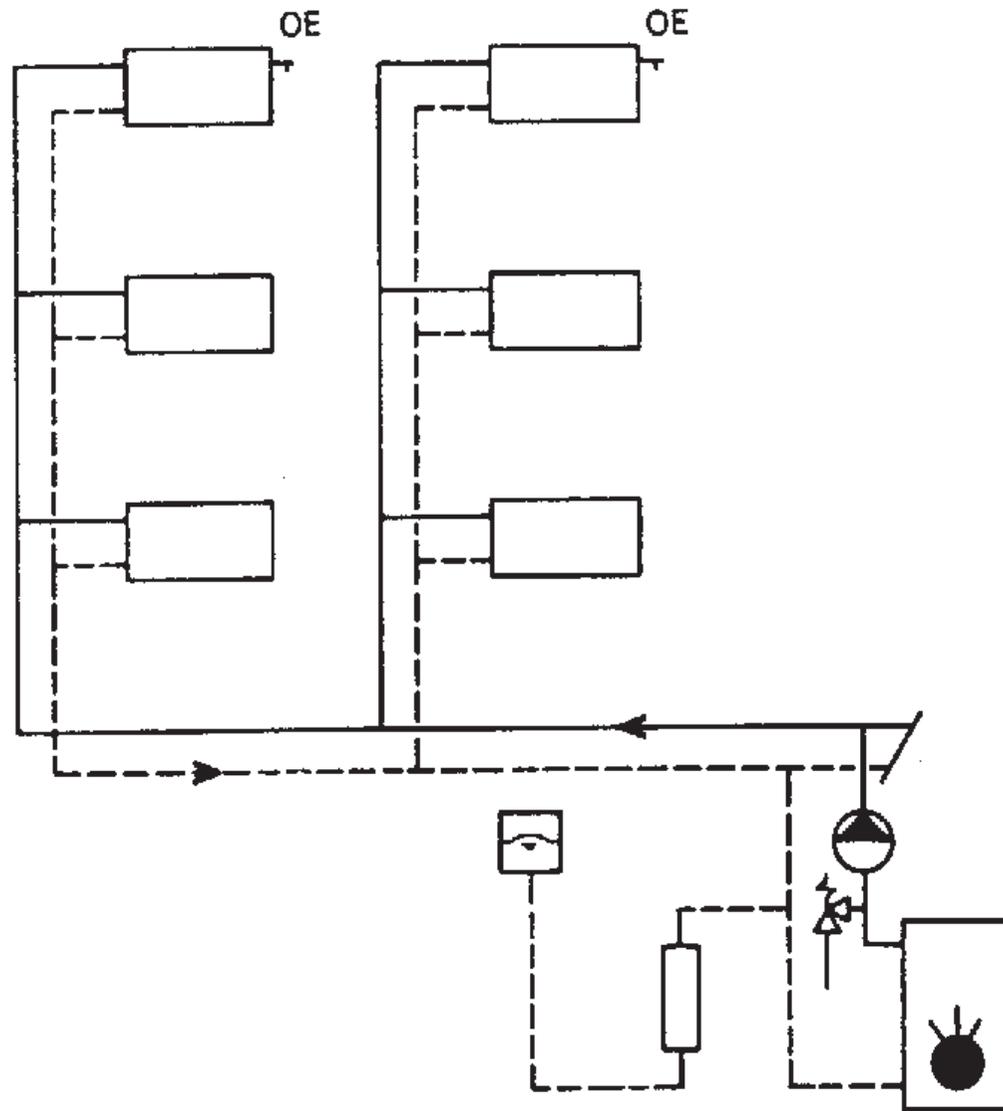
V = Ablauf in den Vorfluter (Gewässer)

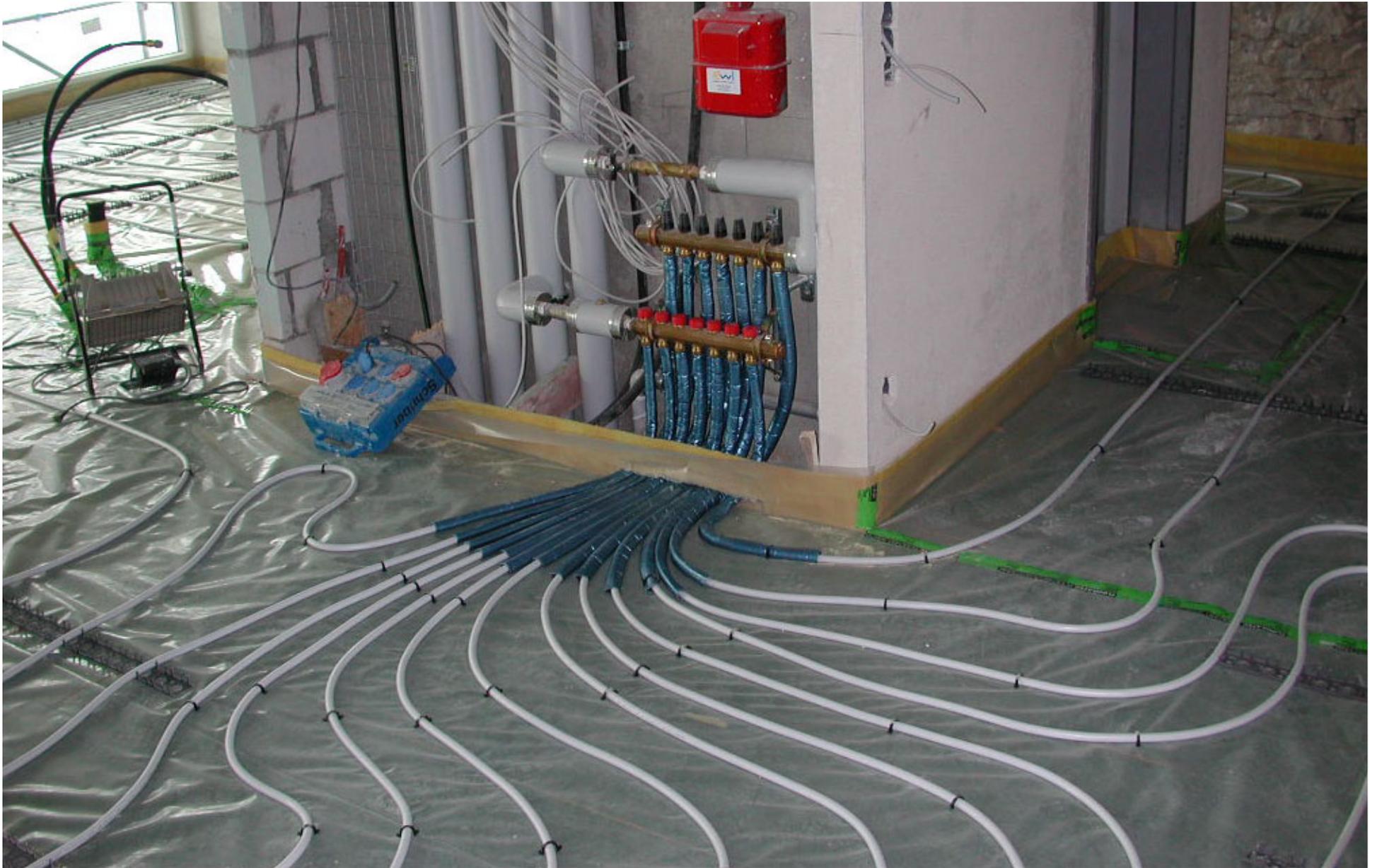


- 1 BHKW
- 2 Gas- oder Dieselmotor
- 3a Kühlwasser-
Wärmeaustauscher
- 3b Abgas-Wärmeaustauscher
- 4 Generator
- 5 Speicher
- 6 Spitzen-Heizkessel
- K Katalysator

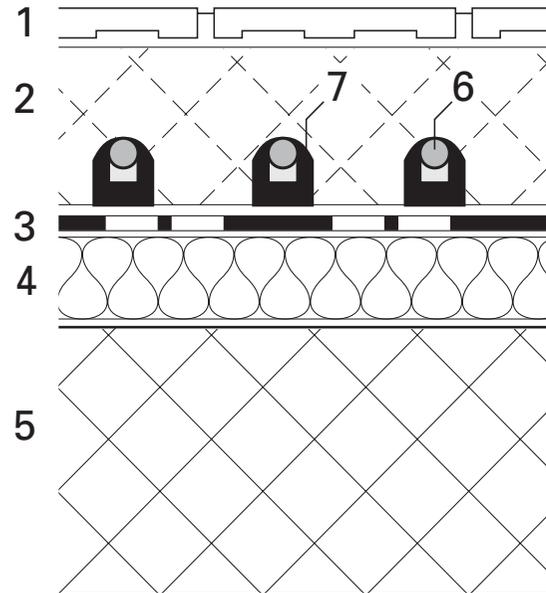




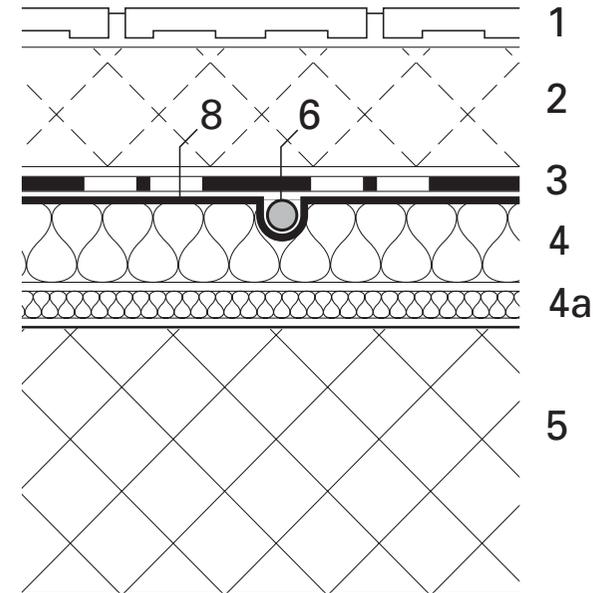




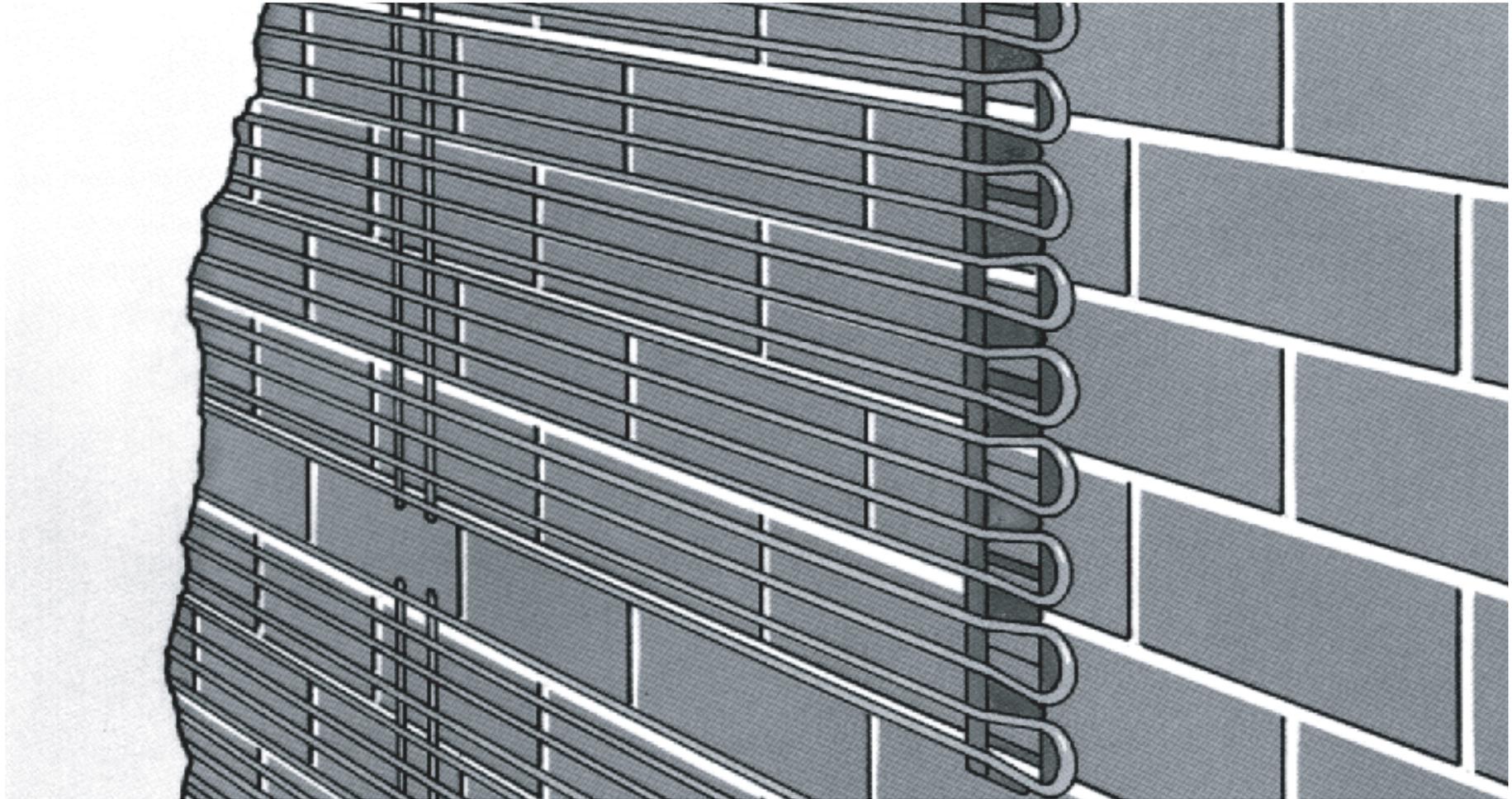
A: Nasssystem

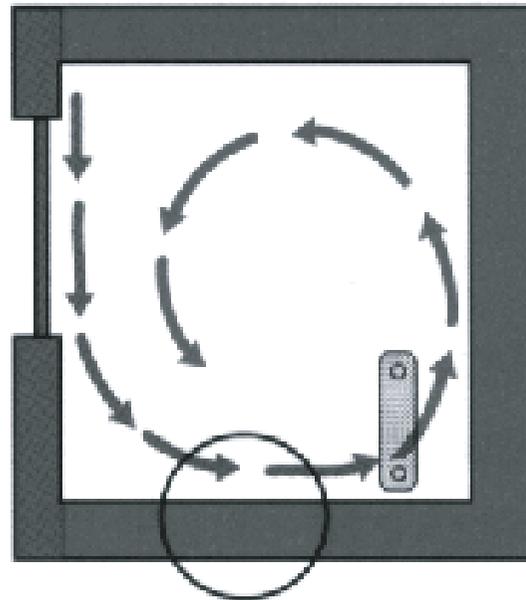
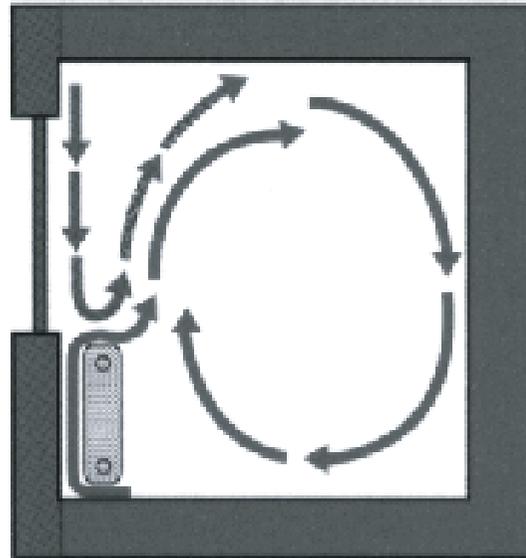


B: Trockensystem

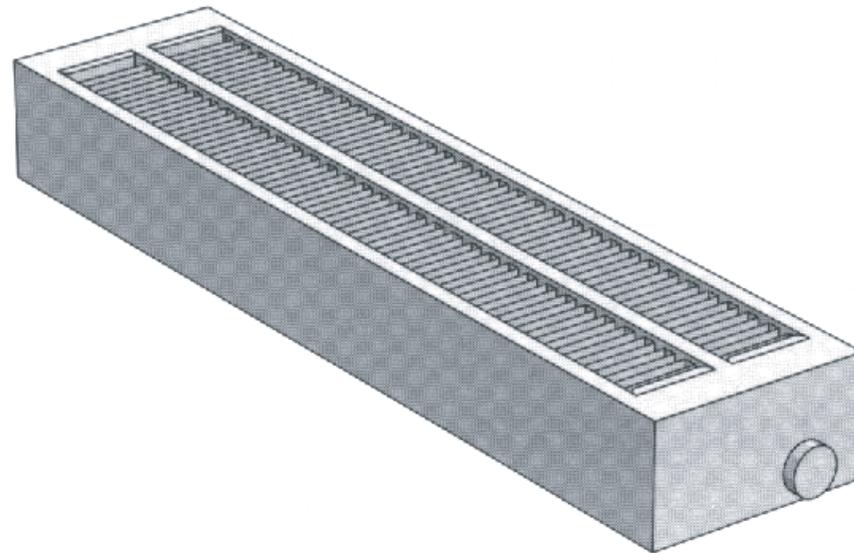
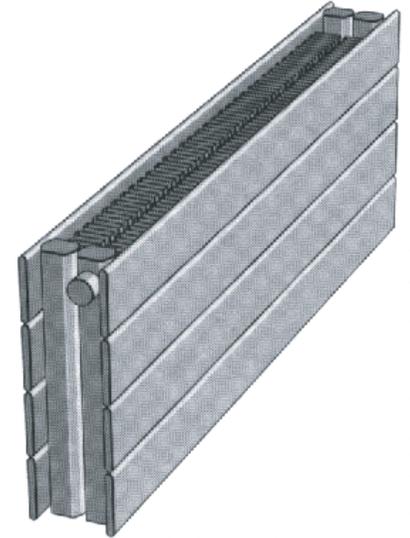
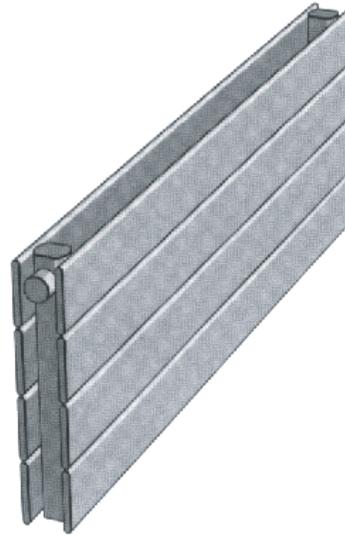
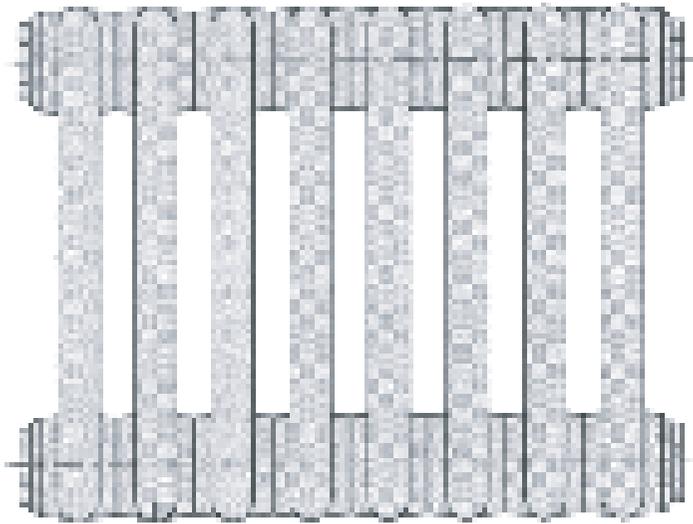


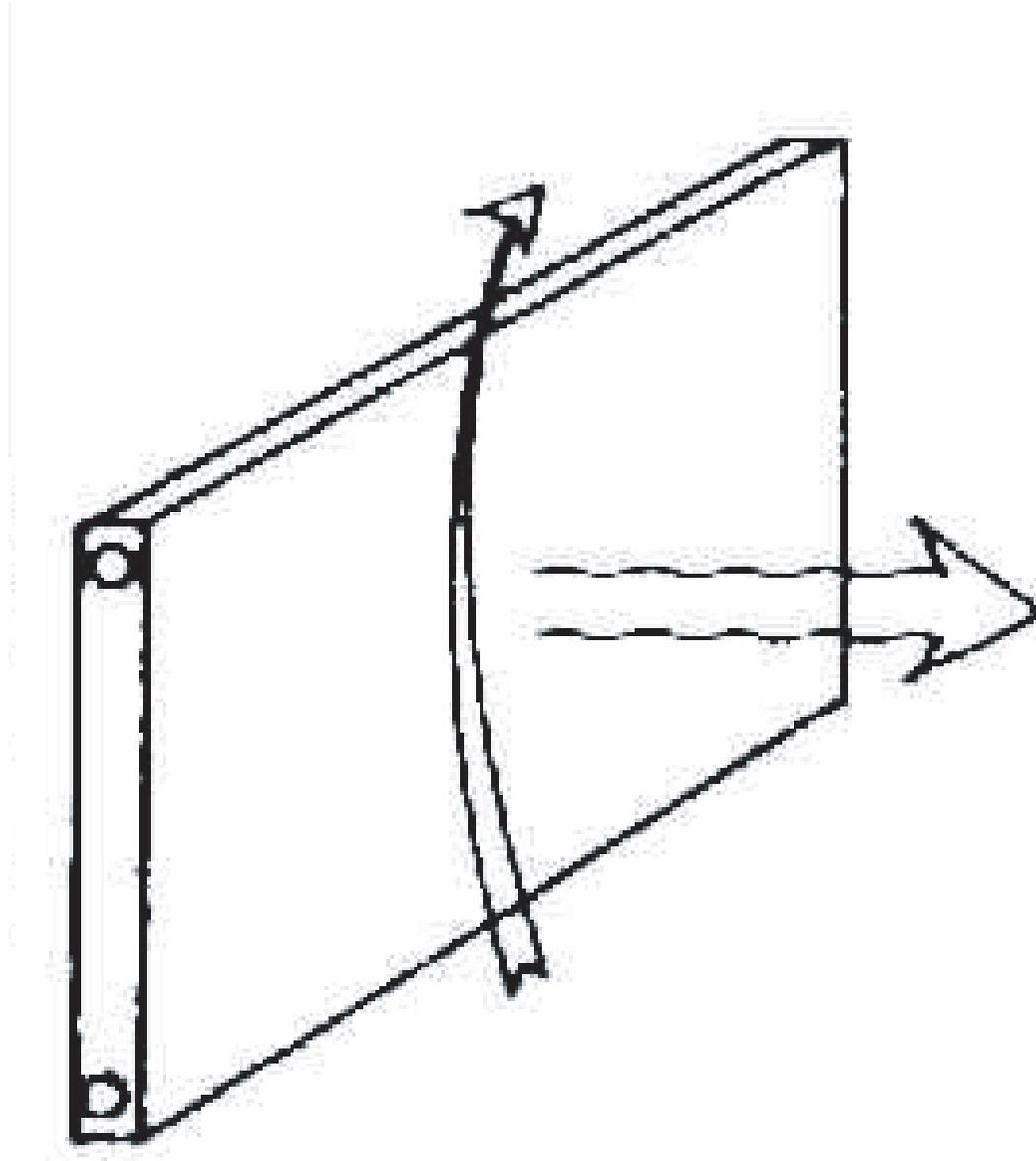
- 1 Belag
- 2 Unterlagsboden
- 3 Folie
- 4 Dämmung (4a separate Trittschalldämmung)
- 5 Tragkonstruktion
- 6 Rohre
- 7 Halterung
- 8 Wärmeleitlamellen

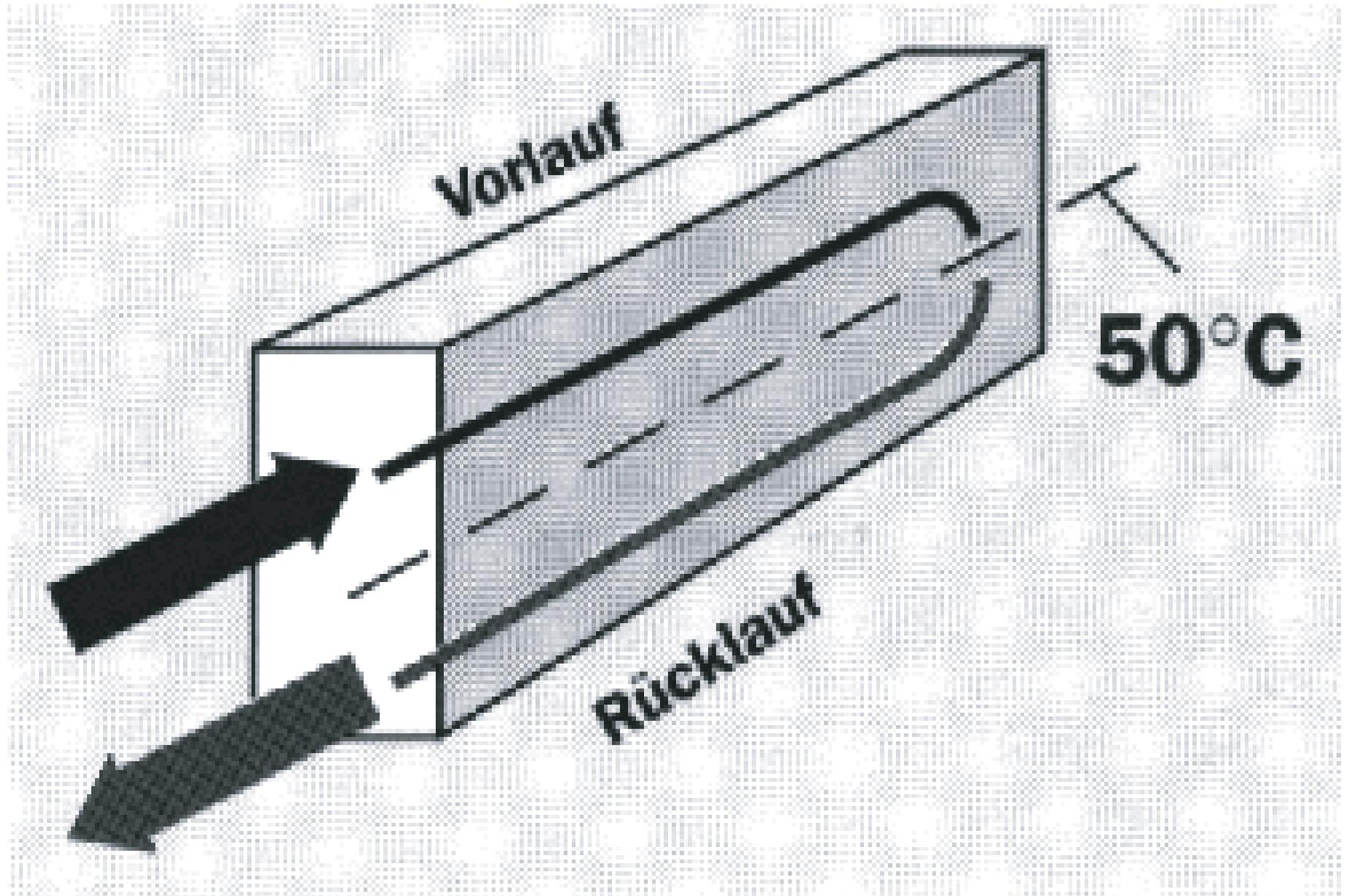


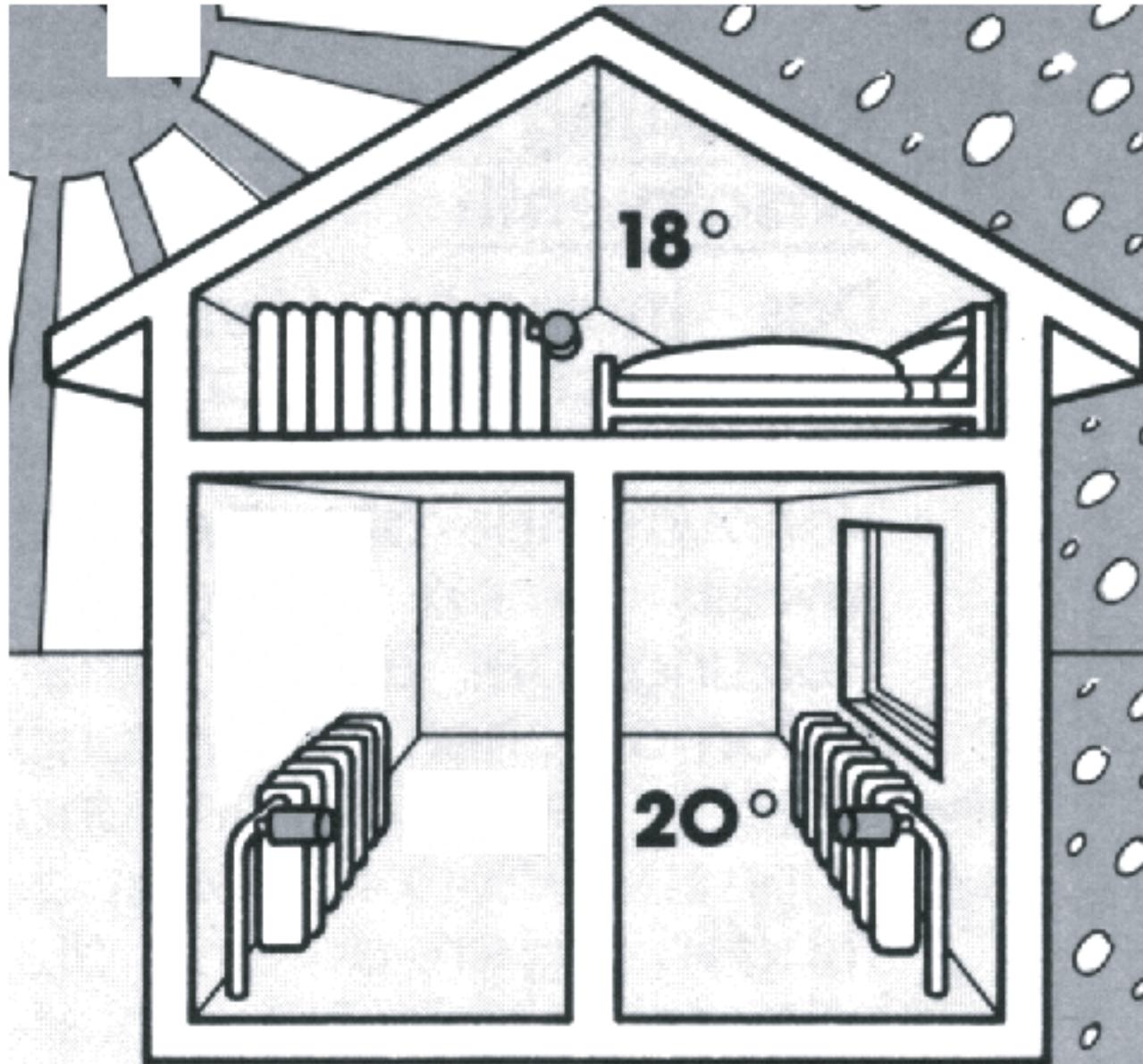


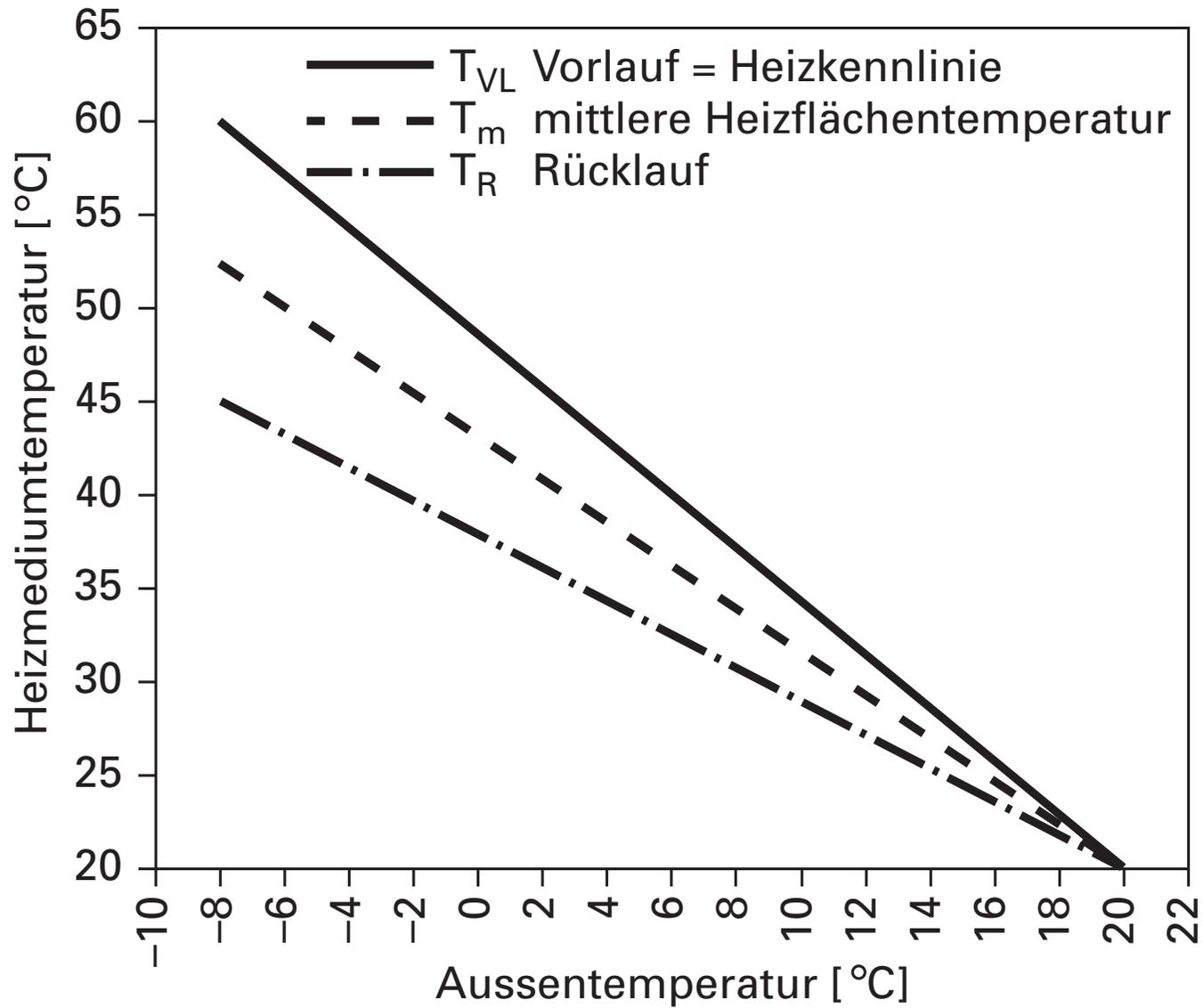
Heizflächen sollten grundsätzlich an den Aussenflächen platziert sein (Kaltluftabfall am Fenster), ausser bei sehr guter Wärmedämmung (Fenster-U-Werte $< 1 \text{ W/m}^2\text{K}$).



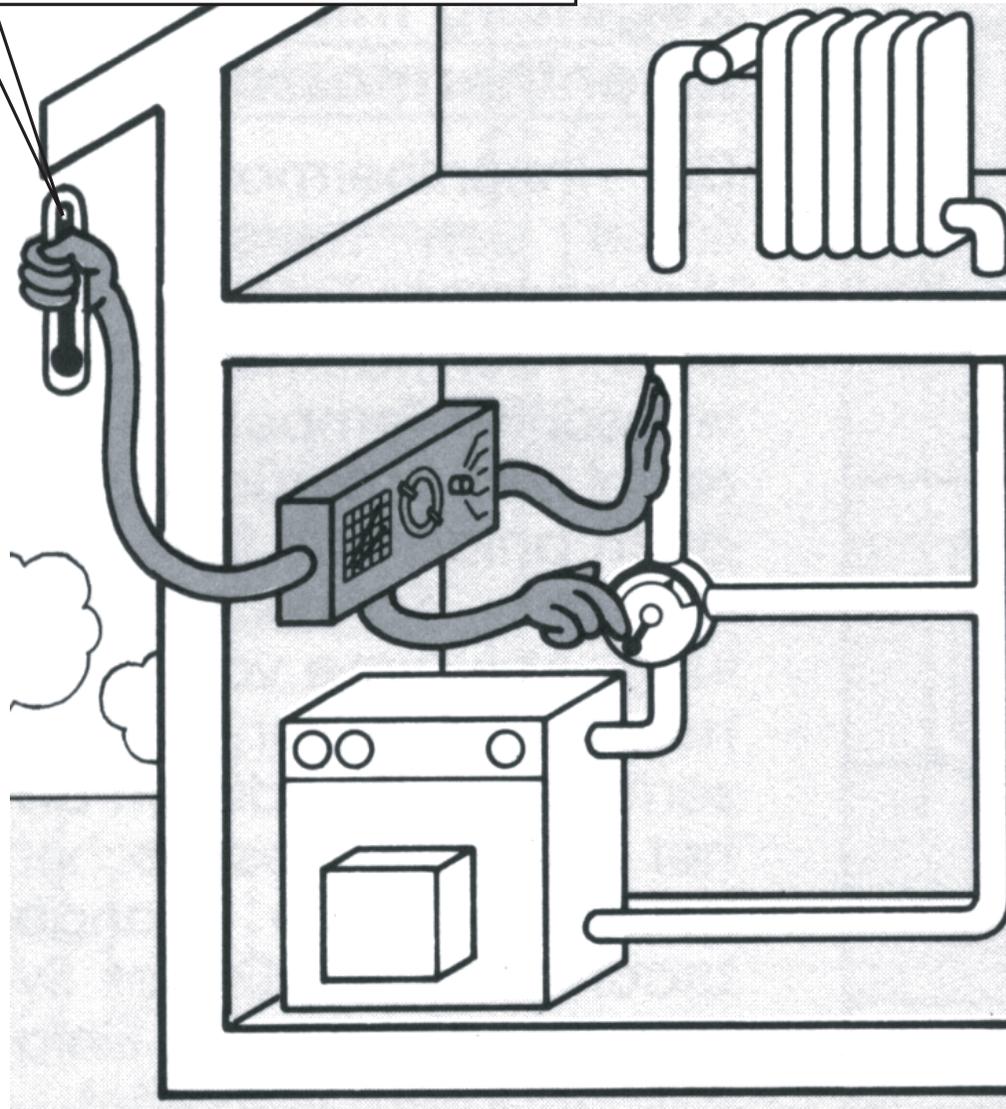


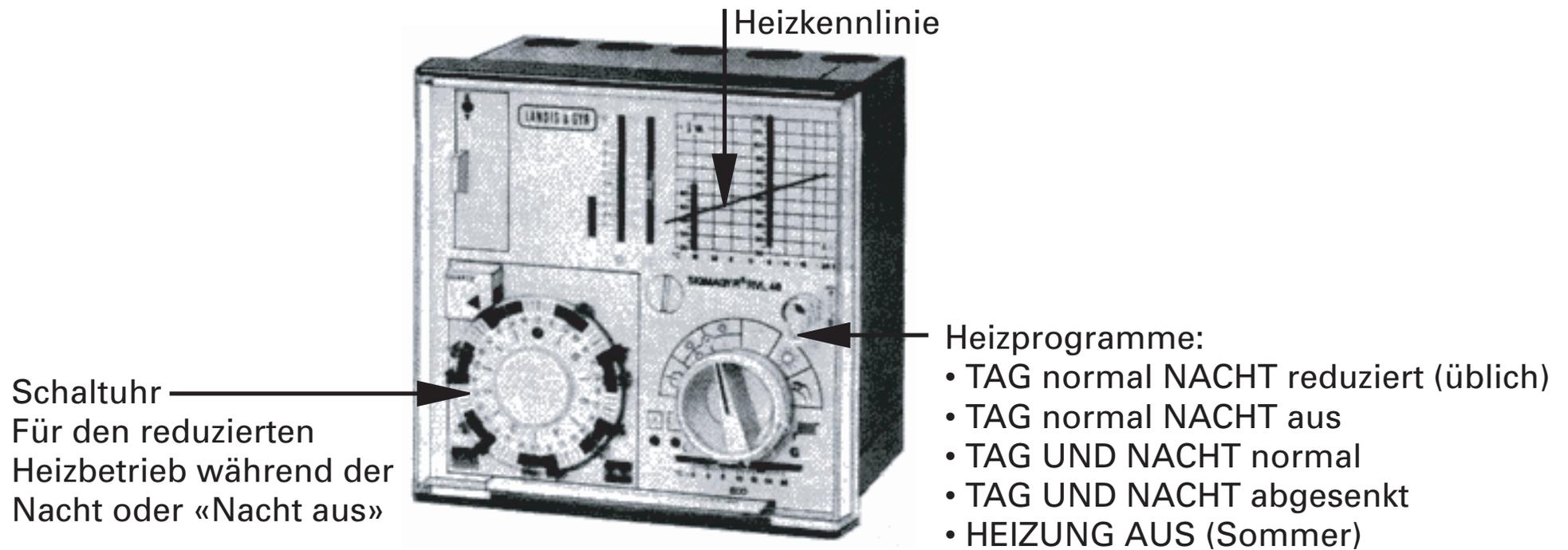


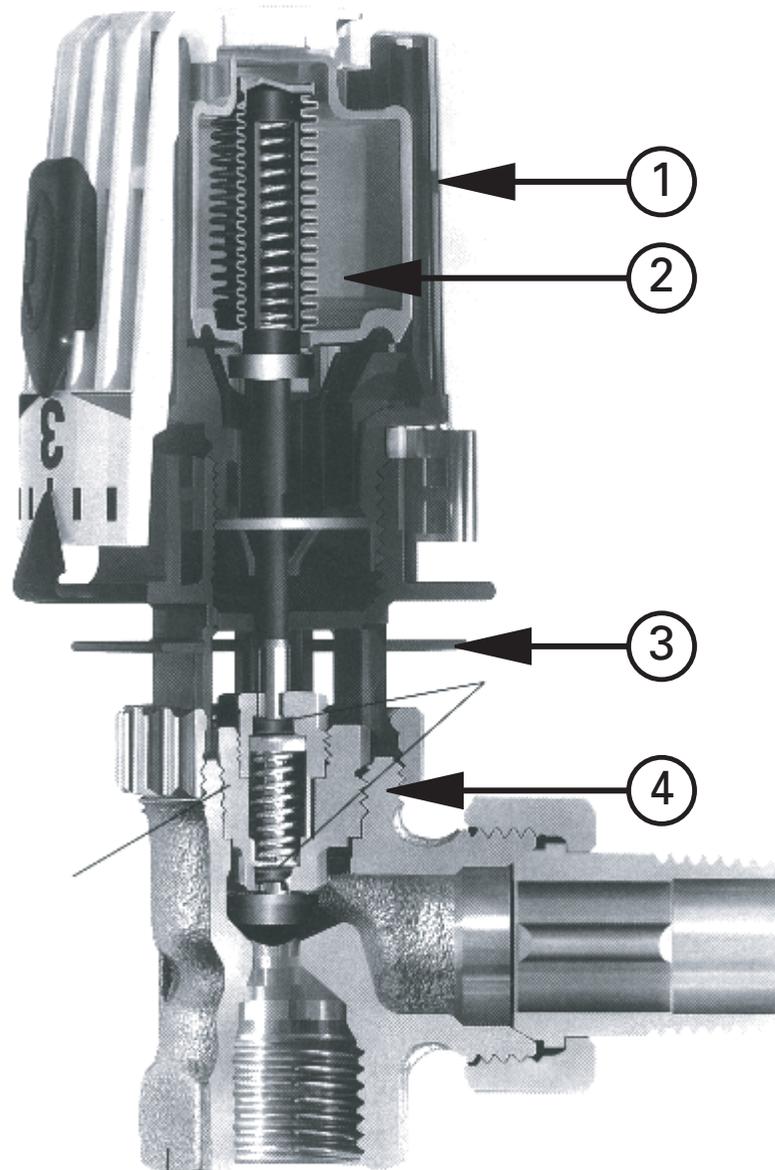




Ausstemperaturfühler







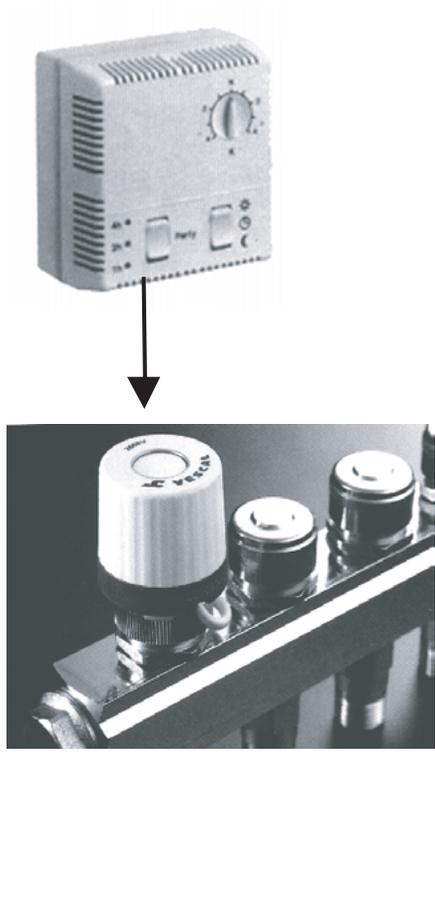
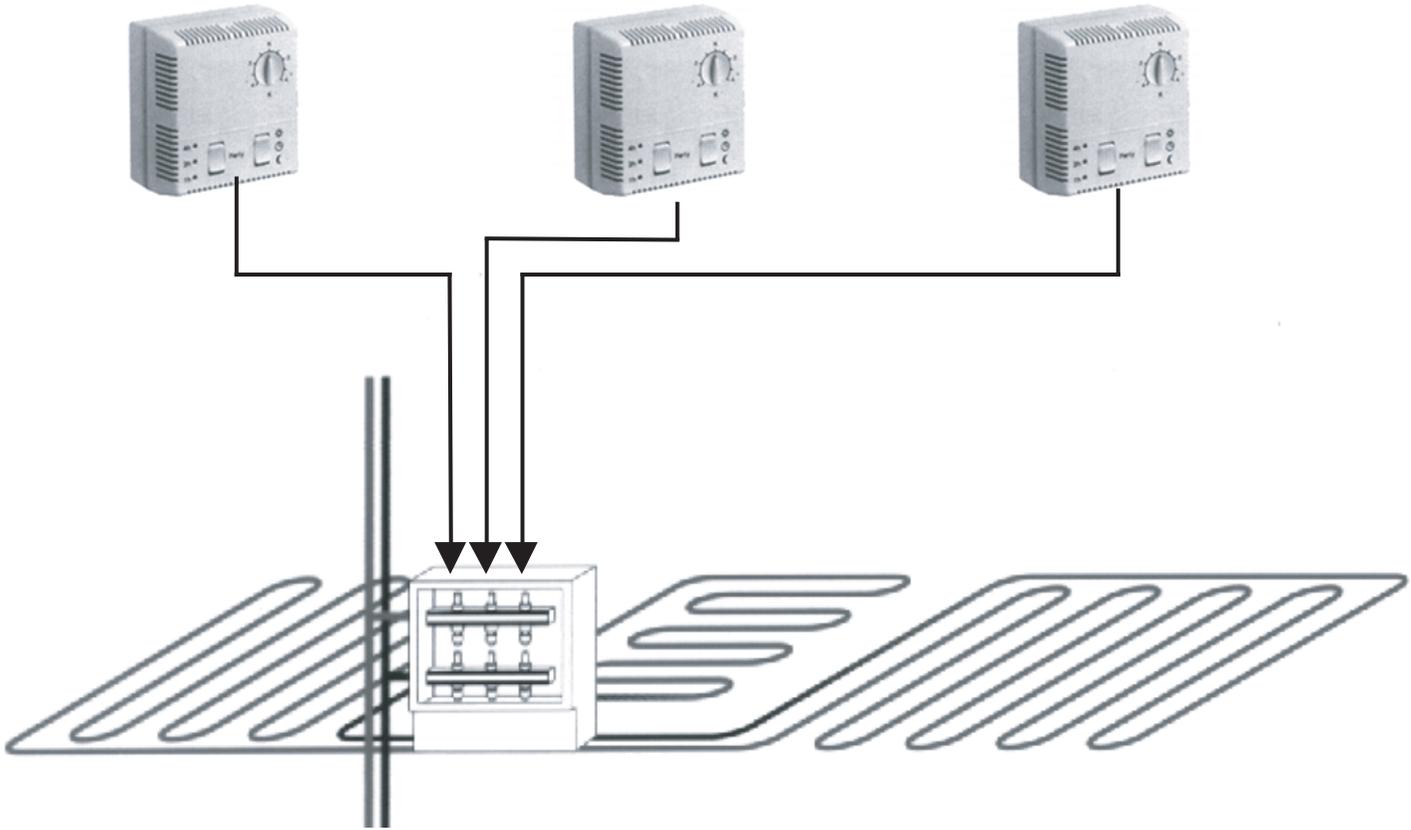
- 1 Handrad
- 2 Temperaturfühler
- 3 Übertragungstift
- 4 Ventilteller

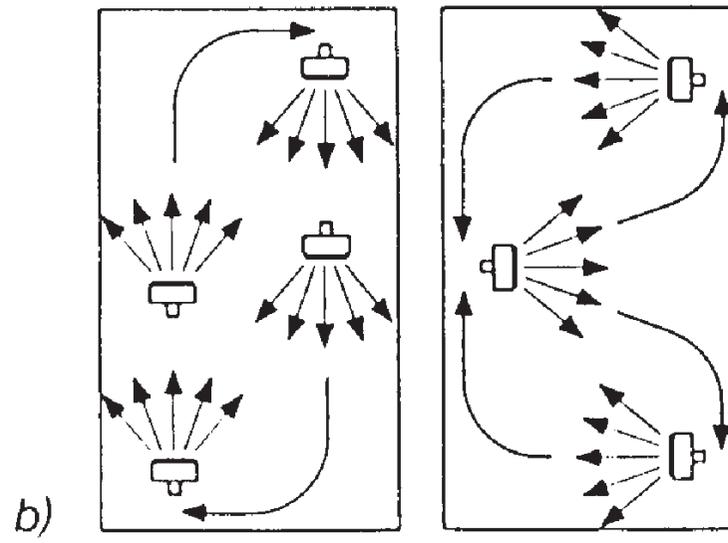
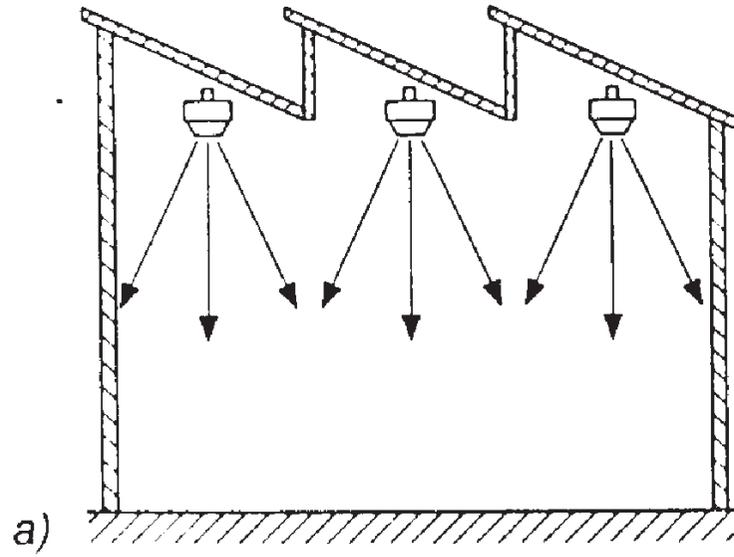
Raum

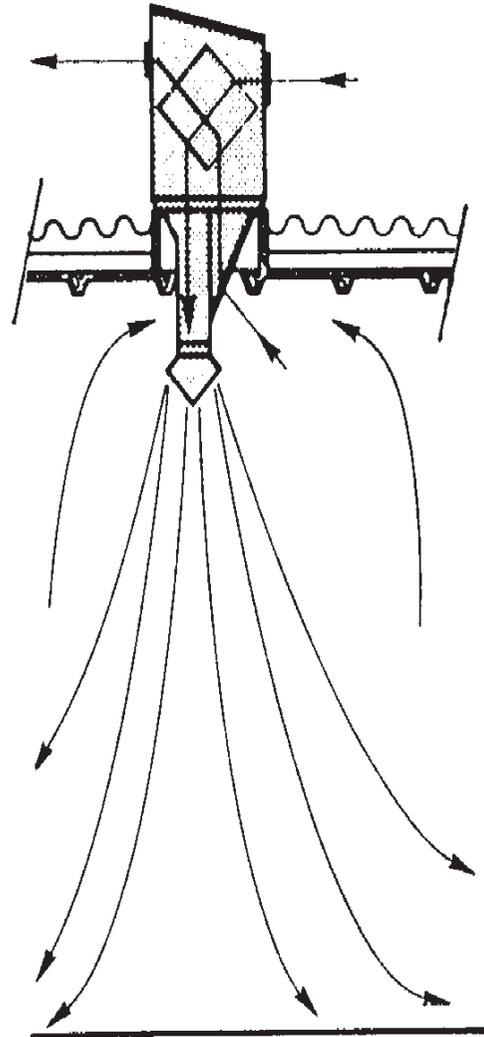
1

2

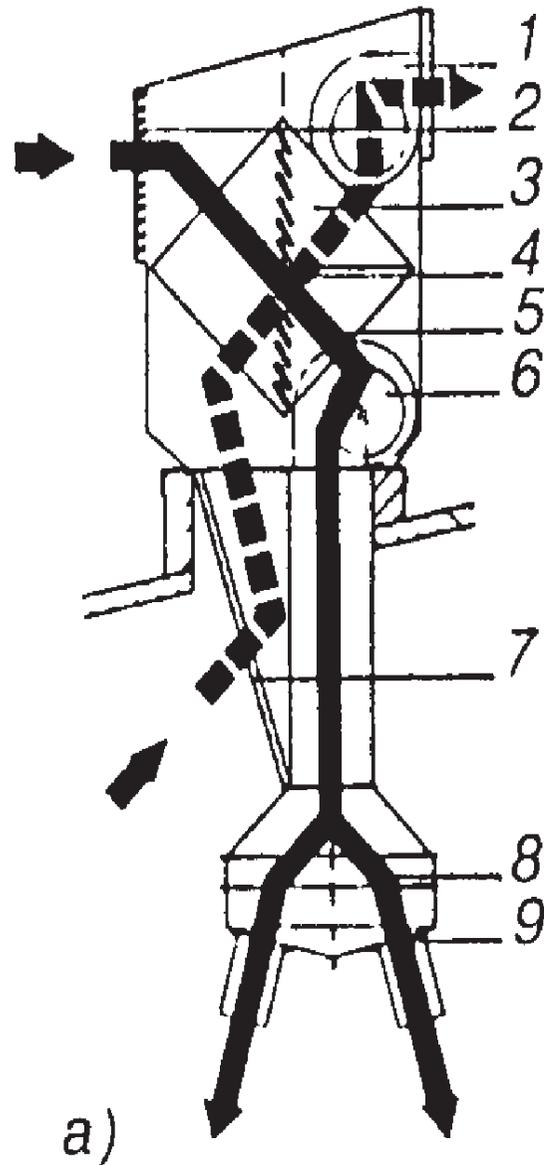
3



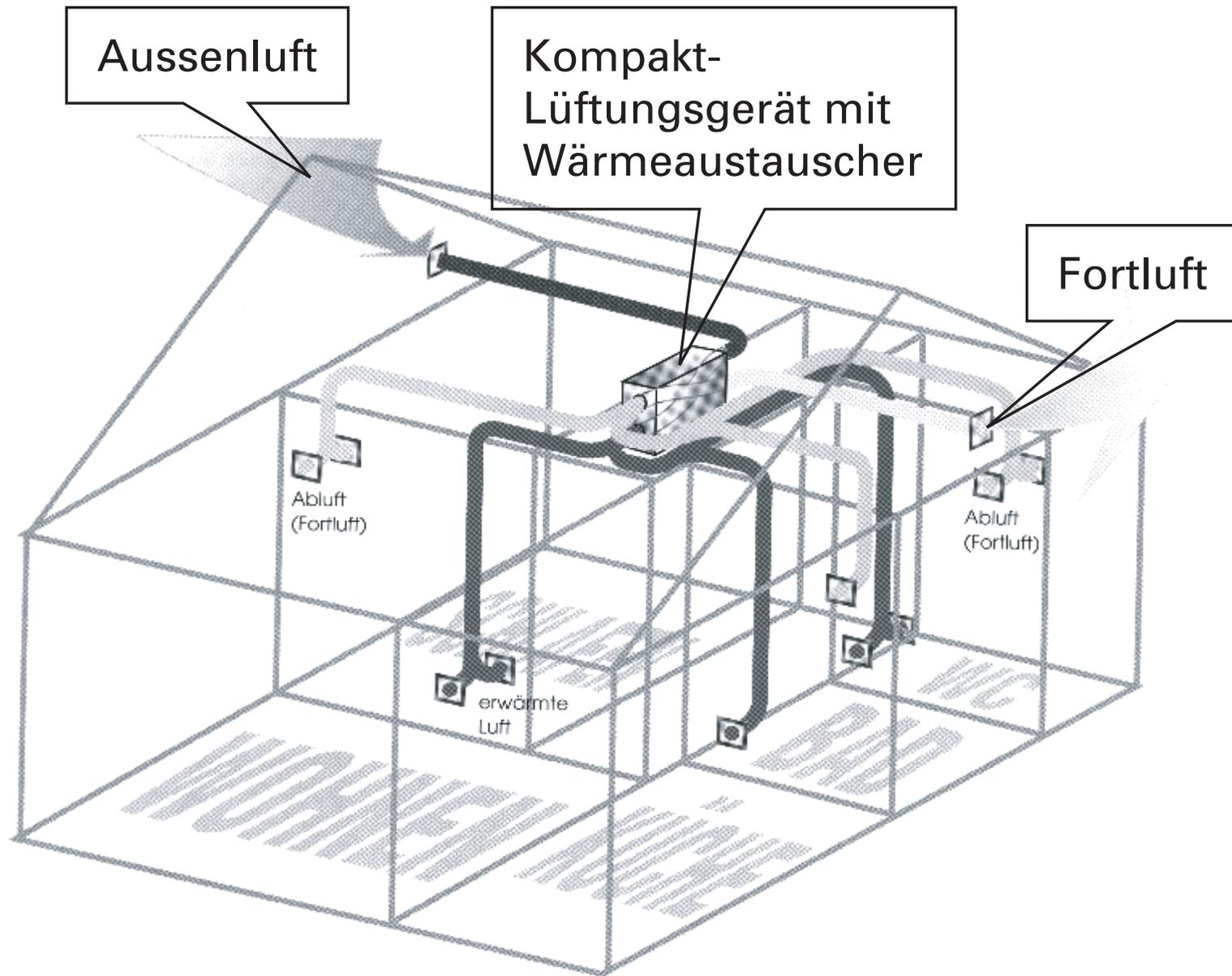


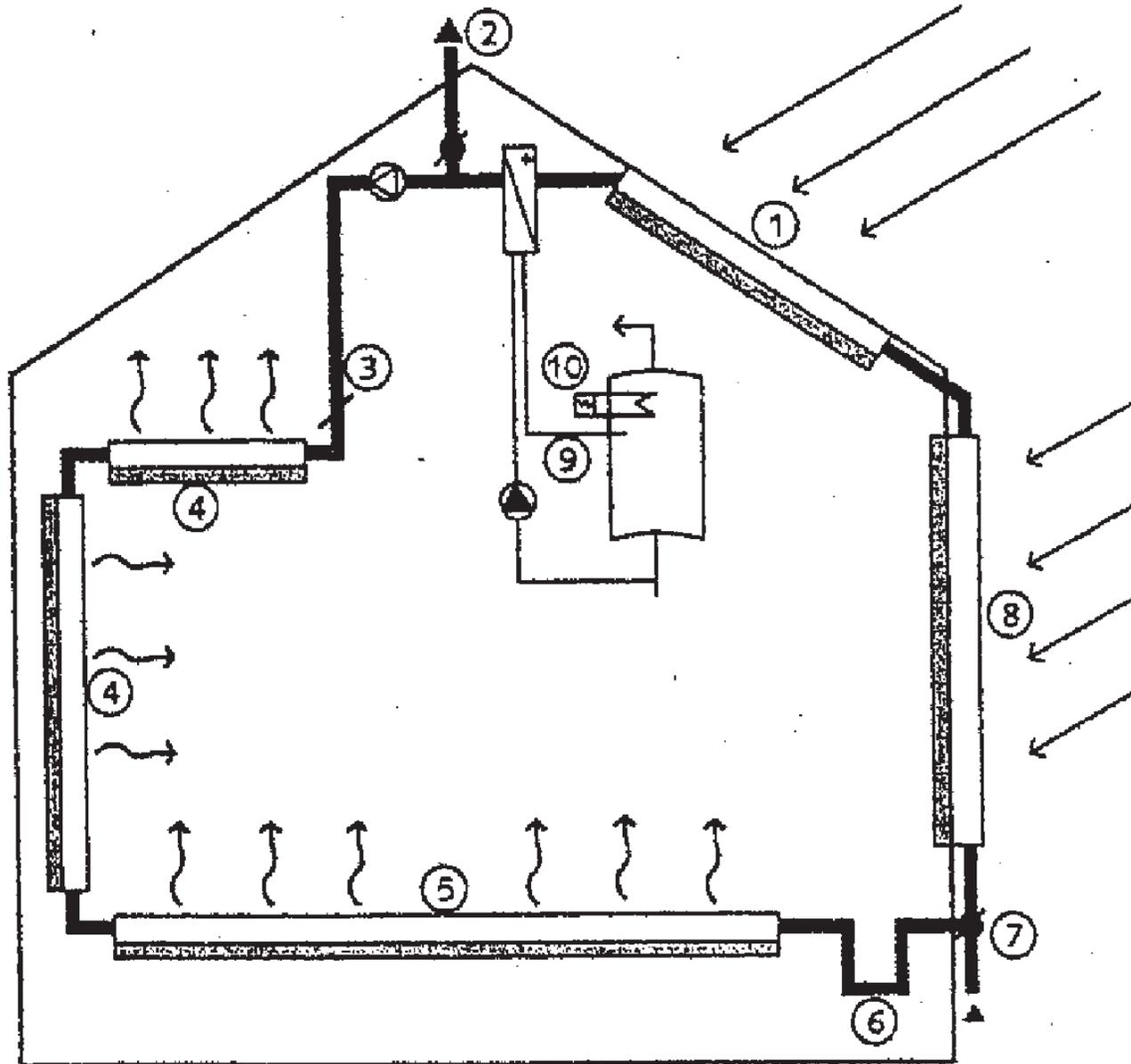


c)



- 1 Abluftventilator
- 2 Aussenluftklappe
- 3 Bypassklappe
- 4 Wärmeaustauscher
- 5 Umluftklappe
- 6 Zuluftventilator
- 7 Luftverteiler mit Abluftfilter
- 8 Lufterhitzer
- 9 Wurfdüse





Legende:

- 1 Dachkollektor
- 2 Luftauslass Sommer
- 3 Rückschlagklappe
- 4 Verteilkanäle
- 5 Speicherboden
- 6 Sifon
- 7 Lufteinlass Sommer
- 8 Fassadenkanal
- 9 Solarkreislauf zur Erwärmung von Brauchwasser
- 10 Nachheizung