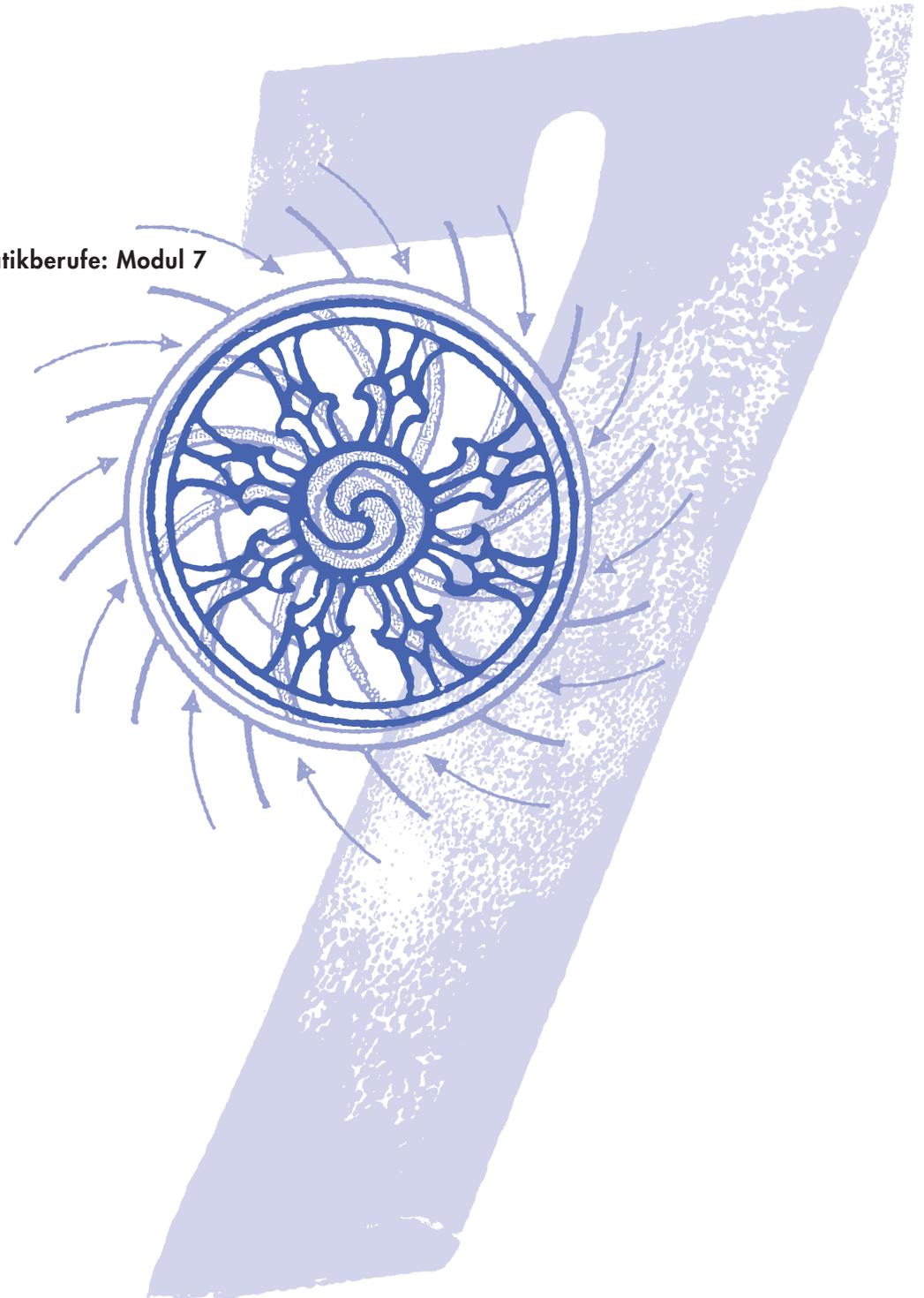


Warmwasserversorgung

Energie im Unterricht, Module für Maschinenbau-, Elektro- und Informatikberufe: Modul 7

- 1 Einführung: Worum geht es ?
- 2 Lernziele
- 3 Vorschläge für den Unterricht
- 4 Fachinformation
 - Wasserversorgung
 - Warmwasserbedarf und Hygiene
 - Wassererwärmung
 - Warmwasserverteilsysteme
 - Dämmungen (Isolationen)
 - Auslaufarmaturen
 - Fazit
- 5 Aufgaben, Lösungsvorschläge
- 6 Weiterführende Literatur
- 7 Bild- und Textnachweis
- 8 Vorlagen



1 Einführung: Worum geht es ?

In den vergangenen Jahren konnte der Energiebedarf für Heizung und Sanitär deutlich gesenkt werden. Der Heiz-Energiebedarf im Wohnungsbau nimmt dank der verbesserten Dämmtechnik der Gebäudehülle stetig ab. Die Sparpotentiale im Sanitärbereich (Warmwasser) sind dagegen beschränkt. Somit kommt der Wahl der Energiequelle, der Warmwassererzeugung, der Warmwasserverteilung und der Auslaufarmaturen immer grössere Bedeutung zu. Bei Minergiehäusern kann das Warmwasser der grösste Energieverbraucher sein. Nur das Bewusstsein der Verbraucher und die Bereitschaft, erneuerbare Energien (Sonnenenergie, Ab- und Umweltwärme) einzusetzen, hilft, den Primärenergieanteil für das Warmwasser zu senken.

2 Lernziele

Die Lernenden ...

- beschreiben den Aufbau und die Funktion eines Elektro-Wassererwärmers,
- zeigen Systeme mit erneuerbaren Energien für die Wassererwärmung auf,
- nennen Warmwasser-Verteilssysteme und ordnen sie einfachen Wohnobjekten zu,
- überprüfen Warmwasser-Verteilssysteme aus energetischer Sicht,
- zeigen als Verbraucher oder Verbraucherin Warmwasser-Einsparungsmöglichkeiten (Wasser und Energie) im Wohnungsbau auf.

3 Vorschläge für den Unterricht

Lernaufträge

Im Kapitel 5 sind sechs Lernaufträge zu folgenden Themen zusammengestellt:

1. Elektrowassererwärmer und Solaranlage
2. So funktioniert ein Elektro-Speicherwassererwärmer (Boiler)
3. Solaranlage
4. Warmwasser-Verteilssysteme
5. Auslaufarmaturen
6. Baden oder duschen?

Diese Lernaufträge eignen sich für Gruppenarbeiten, die anschliessend der Klasse präsentiert werden.

Zusätzliche Möglichkeiten

- Baustellenbesuch mit dem Haustechnikfachmann oder der Haustechnikfachfrau.
- Besuch eines Wohnhauses, das zur Warmwasserversorgung mit einer Solaranlage oder einer Wärmepumpe ausgerüstet ist.
- Datenbank: Bauteile Haustechnik, CD-Rom «Casalex». Bezug bei Reto Lechmann, 7302 Landquart
- Video: Schichtung im Wassererwärmer. Bezug bei Domotec AG, 4663 Aarburg
- Internetadressen:

Schulen:

- Technikum Rapperswil (Prüfstelle für Solaranlagen)
<http://www.itr.ch>

- Fachhochschule Zentralschweiz (Heizung / Klima)
<http://www.ztl.ch>

Firmen:

- Domotec (Wassererwärmer)
<http://www.domotec.com>
- Gössi (Warmwassersysteme)
<http://www.goessi.ch>
- Jenni AG (Solar)
<http://www.jenni.ch>
- Soltop Schuppisser AG (Solar)
<http://www.soltop.ch>
- Kapag (Wärmepumpen)
<http://www.kapag.ch>
- KWC (Armaturen)
<http://www.kwc.ch>
- Viessmann (Wassererwärmer)
<http://www.viessmann.com>

Diverse Informationsstellen:

- Bundesamt für Energie (Energiefragen generell)
<http://www.admin.ch/bfe>
- Swissolar (Sonnenenergie)
<http://www.swissolar.ch>
- Strom (Elektrische Energie)
<http://www.strom.ch>
- Infel (Informationsstelle der Elektrizitätswerke)
<http://www.infel.ch>

4 Fachinformation

4.1 Wasserversorgung

Grundlagen

Um die Wasserversorgung und damit verbunden die Wassererwärmung und -verteilung in einem Gebäude zu verstehen, ist es wichtig, kurz einen Abriss der allgemeinen Trinkwasserversorgung zu geben.

Trinkwasserherkunft

In der Schweiz werden zur Deckung des Trinkwasserbedarfs 41% Quellwasser, 38% Grundwasser und 21% See- und Flusswasser benötigt. Bevorzugt werden Quell- und Grundwasser, weil sie meist überhaupt nicht aufbereitet werden müssen. See- und Flusswasser dagegen müssen in mehreren chemischen und biologischen Stufen aufbereitet werden, was nicht nur sehr aufwändig (Chemikalien, Strom und Arbeit), sondern auch teuer ist. Deshalb sind See- und Flusswasseraufbereitungen nur in Regionen anzutreffen, in denen der Wasserbedarf größer ist als das in der Natur vorkommende Grund- und Quellwasser.

Nitrat im Grundwasser

Obwohl die Qualität des Grundwassers in der Schweiz zumeist sehr gut ist, droht ihm durch die intensive Landwirtschaft im Mittelland doch ernste Gefahr. Zwar schützen die Deckschichten des Bodens das Grundwasser vor akuter Verunreinigung, aber ein Teil der für die Düngung eingebrachten Stoffe (Gülle, Mist, Kompost, mineralische Dünger) übersteigt das Aufnahmevermögen der Pflanzen. Vor allem der Stickstoff in der Form von Nitrat

bleibt im Boden zurück und wird mit dem Regen ins Grundwasser ausgewaschen. Das ausgewaschene Nitrat belastet das Grundwasser und ist schädlich für Mensch und Umwelt (die Anforderungen an die Wasserqualität bezüglich Nitrat sind erfüllt, wenn das Grundwasser weniger als 25mg Nitrat pro Liter aufweist).

Die ernstesten Folgen der Nitratauswaschung müssen im schweizerischen Mittelland mit Anpassungen bei der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung bekämpft werden. Zu diesem Zweck haben sich das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft sowie das Bundesamt für Landwirtschaft auf eine Nitratstrategie geeinigt. Man will erreichen, dass sich Landwirtschaftsbetriebe im Einzugsgebiet von Grundwasserfassungen verpflichten, durch schonendere Bewirtschaftung zur Verringerung der Nitratauswaschung beizutragen. Sie erhalten dafür eine finanzielle Abgeltung ihres Zusatzaufwandes.

Speicherung und Verteilung

Das Trinkwasser wird in einem oder mehreren Reservoirien gespeichert. Aufgabe eines Reservoirs ist es, den stark schwankenden Tagesbedarf auszugleichen, den Druck im Versorgungsnetz aufrecht zu erhalten und den Löschwasserbedarf der Feuerwehr sicherzustellen. Die Trinkwasserverteilung ist das Bindeglied zwischen Reservoir und Verbraucher (Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Schulhaus, Gewerbebetrieb, Spital, etc.). An diesen Leitungen sind auch die Hydranten, die für die Feuerwehr bestimmt sind, angeschlossen.

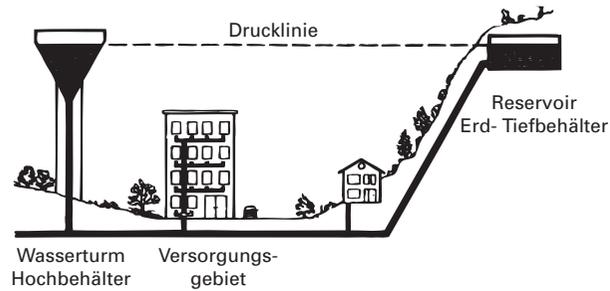


Abb. 1: Prinzipschema mit Reservoir und Versorgungsleitung

Verteilbatterie

Beim Gebäudeeintritt wird eine Hauptabstellarmatur sowie ein Wasserzähler montiert. Gleich anschließend wird die Verteilbatterie platziert. Diese wird nach Verbrauchergruppen unterteilt (Siehe Bild 2 von links nach rechts):

- 1. Strang, Kaltwasser Netzdruck für die Gartenventile
- Anschliessend wird das Wasser filtriert und der Druck zum Schutz der nachgeschalteten Apparate reduziert (4 bar = ca. 40 Meter Wassersäule).
- 2. Strang, Kaltwasser
- 3. Strang, Zuleitung zum Wassererwärmer

Trink-Brauchwasserbedarf

(Studie SVGW / BUWAL 1998)

Im Wohnungsbau kann mit einem durchschnittlichen Wasserbedarf von ca. 160 Litern pro Person und Tag gerechnet werden. Der Tagesbedarf hängt stark von der Anzahl Apparate und dem Ausbaustandard



Abb. 2: Verteilbatterie für ein Einfamilienhaus

(z.B. Mietwohnung oder komfortable Eigentumswohnung) ab. Der Trink- und Brauchwasserbedarf teilt sich wie folgt auf:

- WC-Spülung 31%
- Baden und Duschen 20%
- Waschmaschine 19%
- Kochen und Trinken, Geschirrspülen von Hand 15%
- Körperpflege, Handwäsche 13%
- Geschirrspüler (nur zum Teil vorhanden) 2%

4.2 Warmwasserbedarf und Hygiene

Warmwasserbedarf

Der Warmwasserbedarf beträgt im Wohnungsbau ca. 30% des gesamten Trink- und Brauchwasserbedarfs. Das sind ca. 50 Liter Warmwasser pro Person und Tag zu 60 °C. Natürlich benötigen wir an der Auslaufarmatur (Mischer) nicht Warmwasser zu 60 °C, sondern mischen es mit Kaltwasser. Für die Körperreinigung – baden und duschen – wird das meiste Warmwasser benötigt.

Hygiene (Legionellen)

Legionellen sind natürlich im Wasser vorkommende Bakterien. Wenn sich diese stark vermehren und in hoher Konzentration auftreten, kann dies zu Erkrankungen beim Menschen führen. Davon kann die Legionellose (Legionärskrankheit) tödlich verlaufen. Betroffen sind vor allem ältere Menschen und Menschen mit einer Schwächung des Immunsystems. Daher ist dem Thema bei Spitälern und Altersheimen besondere Beachtung zu schenken. Die wichtigsten Infektionsquellen sind Leitungssysteme zur Warmwasserverteilung. Die Ansteckung erfolgt durch Einatmen von Aerosolen (Luft-Wassergemisch) mit kontaminiertem Wasser, die z.B. beim Duschen auftreten. Hingegen ist das Trinken dieses Wassers unbedenklich.

Legionellen vermehren sich bei Temperaturen zwischen 25°C und 45°C und werden bei Temperaturen ab 50°C abgetötet. Als präventive Massnahme wird deswegen die Erwärmung des Speichervolumens auf 60°C verlangt. An der Entnahmestelle sollte die Warmwassertemperatur noch 50°C betragen. Ergänzend soll das Kaltwasser möglichst kalt, max. 20°C, gehalten werden. Deshalb ist die Verteilbatterie an einem kühlen Ort im Keller zu platzieren.

4.3 Wassererwärmung

Elektro-Speicherwassererwärmer (Boiler)

In Regionen, in denen viele elektrische Kraftwerke stehen, ist die elektrische Energie oft sehr preiswert. In der Schweiz ist daher der Speicherwassererwärmer sehr verbreitet. Er ist in rund einem Drittel aller Wohnungen und Einfamilienhäuser installiert. Mit wenigen Ausnahmen wird er wegen günstigerem Stromtarif in den Nachtstunden aufgeheizt. Für die Erwärmung ist unten im Speicherwassererwärmer ein Elektro-Heizregister installiert.

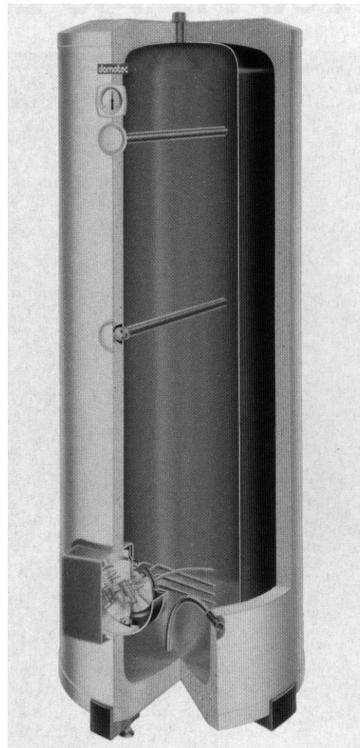


Abb. 3: Elektro- Standwassererwärmer

Wassererwärmung mit der Heizung

(Energie: Gas, Öl oder Holz)

Bei Gasversorgung wird die Wassererwärmung sehr oft mit der Heizung gekoppelt. Dazu wird im Heizkessel Wasser für die Raum- und Brauchwassererwärmung präpariert. Im Speicherwassererwärmer ist ein Heizregister installiert, das vom Heizungswasser durchflossen wird und so das Trinkwasser auf die gewünschte Temperatur erwärmt.

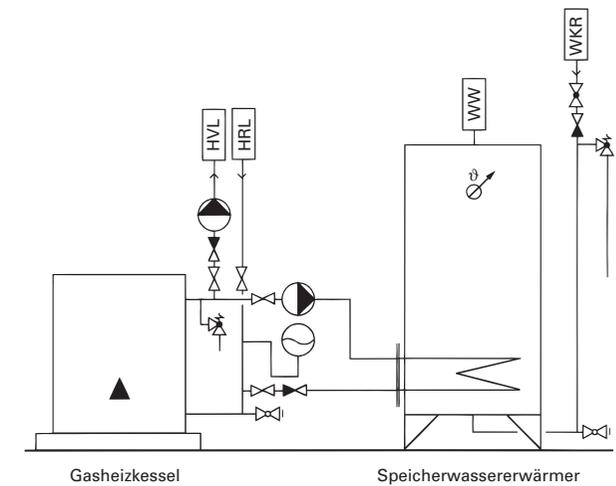


Abb. 4: Prinzipschema Heizkessel und Wassererwärmer

- HWV = Heizwasservorlauf
- HRL = Heizwasserrücklauf
- WW = Warmwasser
- WKR = Kaltwasser

Wassererwärmung mit Sonnenenergie

Auf die Erde gelangt 2'000-mal mehr Sonnenenergie, als die Menschheit momentan gesamthaft an nicht erneuerbarer Primär-Energie (Öl, Gas, Uran, Kohle) benötigt. Trotzdem verbrauchen wir mehrheitlich die endlichen Energien.

Auf dem Dach werden Sonnenkollektoren platziert, welche die Sonnenstrahlen einfangen und die gewonnene Energie an den Solar-Kreislauf übertragen. Mittels Pumpe wird die Energie in das Solarregister im Wassererwärmer geführt, wo das Trinkwasser erwärmt wird. Um die sonnenarmen Tage zu überbrücken, wird im oberen Teil des Solar-Wassererwärmers ein Heizregister (Elektro oder von der Heizung) eingebaut.

Mit einem Mehraufwand von rund Fr. 8'000.-, verglichen mit Gas, Öl oder Elektro, lässt sich eine Solaranlage für ein Einfamilienhaus realisieren (Subventionen berücksichtigt). Eine Solaranlage weist einen hohen Wirkungsgrad auf, weil ein Grossteil der Sonneneinstrahlung mit geringem Verlust an das Wasser übertragen wird. Es ist wesentlich sinnvoller, eine Solaranlage zu installieren, als eine Elektrovoltanlage (Solarzellen), mit der dann ein Elektro-Speicherwassererwärmer (Boiler) betrieben wird. Solaranlagen decken ca. 35 – 60 % des jährlichen Energiebedarfs ab. Die restliche Energie wird mit einem Register, das im oberen Teil des Wassererwärmers platziert ist, zugeführt. Zusatzenergie kann Elektro, Holz, Gas oder Öl sein.

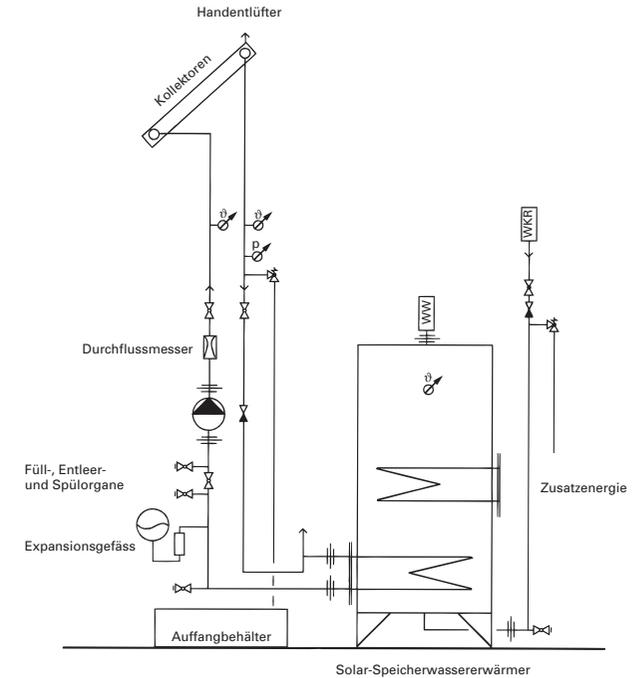


Abb. 5: Prinzipschema einer Solaranlage.
WKR = Kaltwasser, WW = Warmwasser

Wassererwärmung mit Wärmepumpen

Mit einer Wärmepumpe lässt sich der Luft, dem Erdreich oder dem Wasser (Schmutzabwasser, Grundwasser, Fluss, See) Energie entziehen. Vorsicht ist jedoch geboten vor Wärmediebstahl im Gebäude (z. B. Kellerluft als Wärmequelle). Dank dem Arbeitsmittel kann die Wärmepumpe die gewonnene Energie auf eine höhere Temperatur bringen und an das Warmwasser- und/oder Heizungssystem übertragen.

Betrachten wir die abgegebene Leistung einer Wärmepumpe, so können ca. $\frac{2}{3}$ der Energie aus der Umgebung (gratis) gewonnen werden. Die Antriebsenergie (Elektro) des Kompressors beträgt ca. $\frac{1}{3}$ der Wärmepumpenleistung.

Kombinierte Speicher für Warmwasser und Heizung

Sobald erneuerbare Energien (Sonnenenergie oder Umweltenergien, die mit Wärmepumpen genutzt werden) verwendet werden, sind sogenannte Kombi- oder Multispeicher sinnvoll. Die Energie wird in einen grossen Speicher geführt, in dem sich das Heizungswasser befindet. In diesem Speicher ist ein Warmwasserspeicher (z. B. Bauform «Rossnagel») eingebaut. Die Energie für die Raumheizung wird aus dem grossen Speicher bezogen.

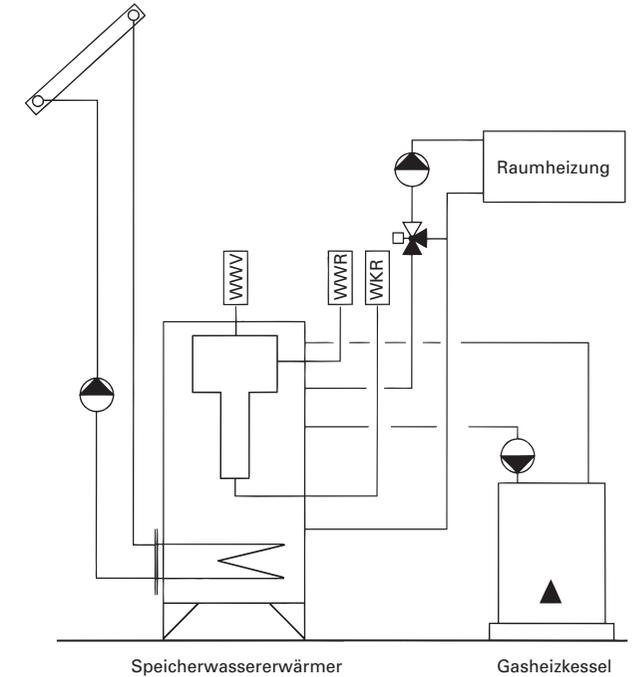


Abb. 6: Prinzipschema einer kombinierten Anlage mit Sonnenenergie. Die Zusatzenergie wird mit einem Gasheizkessel erzeugt.
WKR = Kaltwasser, WWV = Warmwasservorlauf
WWR = Warmwasserrücklauf (Zirkulation)

4.4 Warmwasser-verteilsysteme

Einzelleitungssystem

Das Einzelleitungssystem ist im Wohnungsbau sehr verbreitet. Unmittelbar über dem Wassererwärmer wird ein Verteiler montiert. Zu jedem Apparat (Badewanne, Waschtisch, Dusche, Spültisch, etc.) führt eine separate Leitung. Da das Warmwasser in den Leitungen abkühlt, fließt zuerst kaltes Wasser aus der Armatur. Nun muss beim Waschtisch nach spätestens 10 Sekunden Warmwasser aus der Armatur fließen. Dies entspricht einer Leitungslänge von ca. 10 Metern. Beim Spültisch sind es 7 Sekunden.

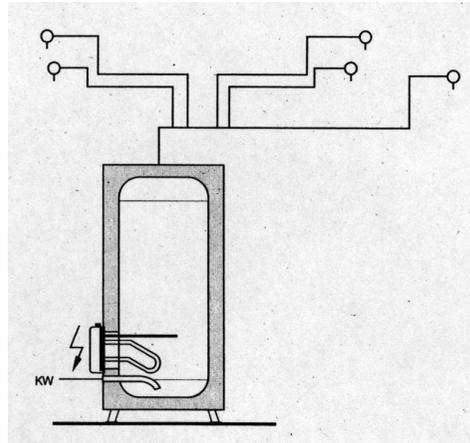


Abb. 7: Prinzipschema eines Wassererwärmers mit Einzelleitungssystem

Thermosiphon

Um ein unnötiges Auskühlen des Speichers zu verhindern, wird zwischen dem Speicher und dem Einzelleitungsverteiler ein Thermosiphon eingebaut, der die unerwünschte Internzirkulation in der Warmwasserleitung weitgehend verhindert.

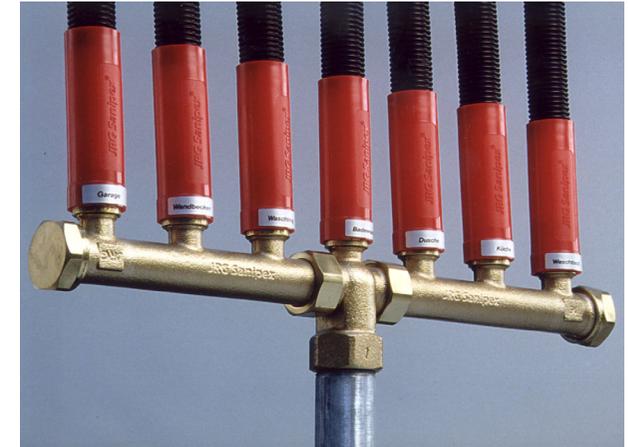


Abb. 8: Warmwasserverteiler über dem Wassererwärmer, bevor dieser gedämmt (isoliert) wurde.

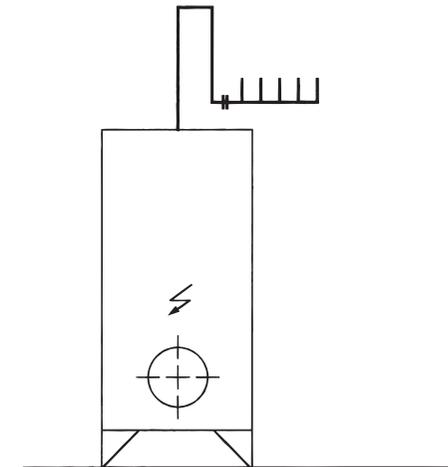


Abb. 9: Prinzipschema Wassererwärmer, Thermosiphon und Einzelleitungsverteiler

Verteilssysteme mit Temperaturhaltung

Das Einzeileitungssystem stösst bei grösseren Objekten - wegen den Ausstosszeiten - schnell an die Grenzen. Ausgedehnte Anlagen werden mit einem Zirkulationssystem oder mit Temperaturhaltebändern erstellt.

Zirkulationssystem

Vom Wassererwärmer führt die Warmwasserleitung zu den Apparaten. Nun wird eine Zirkulationsleitung zurück zum Wassererwärmer geführt. Damit werden die Wärmeverluste des Leitungssystems aus dem Wassererwärmer abgedeckt. Damit das Wasser zirkuliert, wird eine Zirkulationspumpe benötigt. Um elektrische Energie zu sparen, muss die Zirkulationspumpe über eine Zeitschaltuhr betrieben werden.

Jeder einzelne Zirkulationsstrang muss hydraulisch reguliert werden. Es werden vorzugsweise thermische Zirkulationsregulierventile eingesetzt.

Rohr-an-Rohr-Zirkulationssystem

Beim Rohr-an-Rohr-Zirkulationssystem (RAR) wird die Zirkulationsleitung direkt auf die Warmwasserleitung montiert. Beide Leitungen werden gemeinsam gedämmt (isoliert). Das Energiesparpotenzial gegenüber einer separaten Warmwasser- und Zirkulationsleitung beträgt rund 35%.

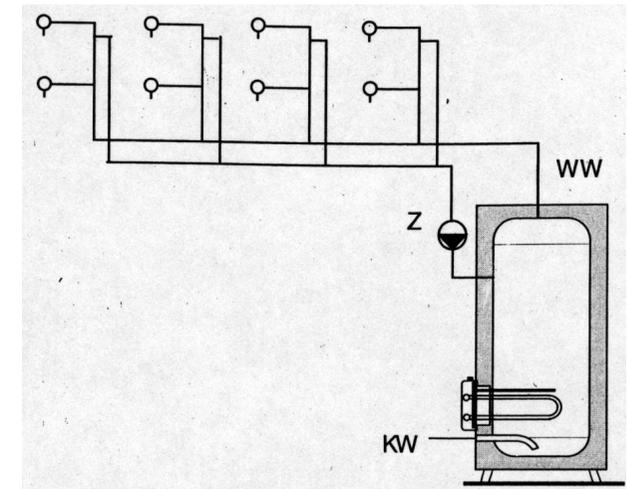


Abb. 10: Zirkulationssystem nach Vorschlag des Impulsprogrammes RAVEL
Z = Zirkulationspumpe

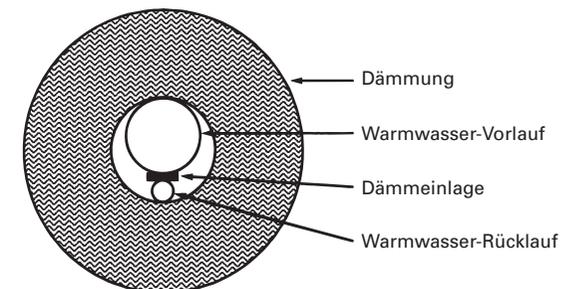


Abb. 11: Rohr-an-Rohr-Zirkulationssystem



Abb. 12: Zirkulationspumpe in konventioneller Ausführung



Abb. 13: Zirkulationspumpe mit integrierter Zeitschaltuhr

Kombination Zirkulations- und Einzelleitungssystem

Bei grossen Objekten wird oft eine Kombination von Zirkulations- und Einzelleitungssystem angewendet. Die Wohnung wird im Einzelleitungssystem versorgt. Dabei wird in jeder Wohnung ein Verteilkasten (Abb. 15) mit Warm- und Kaltwasserverteiler installiert. Damit der Warmwasserverbrauch der Wohnung individuell abgerechnet werden kann, wird ein Warmwasserzähler eingebaut.

Warmwasserverteilung mit Temperaturhaltebändern (Begleitheizbänder)

Als Alternative zum Zirkulationssystem bietet sich das System mit elektrischen Temperaturhaltebändern an. Vom Wassererwärmer führt die Warmwasserleitung zu den Verbrauchern. Die Wärmeverluste der Warmwasserleitung werden mit einem selbst-

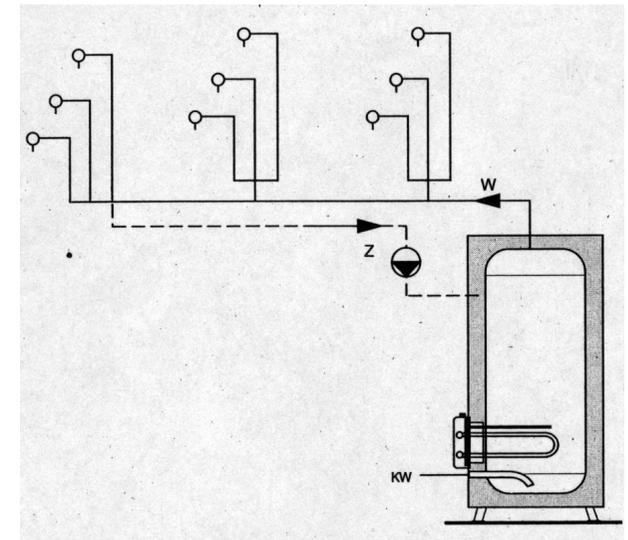


Abb. 14: Kombination von Zirkulations- und Einzelleitungssystem nach Vorschlag des Impulsprogrammes RAVEL

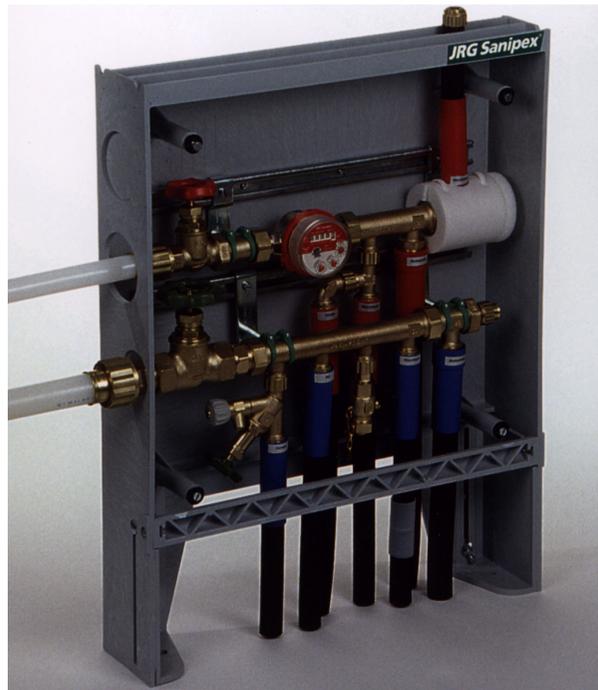


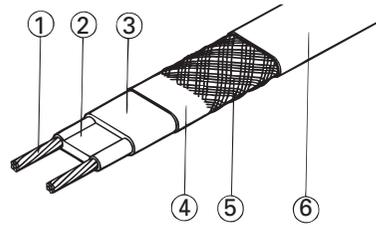
Abb. 15: Wohnungsverteiler mit Kalt- und Warmwasser

regulierenden Temperaturhalteband kompensiert. Das Temperaturhalteband heizt nun die Warmwasserleitung an jedem Punkt auf eine bestimmte Temperatur auf, die ca. 5 bis 10 Kelvin unter der Speichertemperatur liegt. So wird nur ein Teil der Leitungsverluste aus dem Wassererwärmer abgedeckt. Beispiel: Temperatur im Wassererwärmer 60 °C, Haltetemperatur des Temperaturhaltebandes 50 °C.



Abb. 16: Warmwasserzähler

Temperaturhaltebänder werden vor allem dort eingesetzt, wo nur elektrische Energie zur Verfügung steht. Aus energetischen Gründen müssen Temperaturhaltebänder – gleich wie Zirkulationssysteme – mit einer Zeitschaltuhr betrieben werden. Während den Tageszeiten mit häufigen Warmwasserzapfungen können die Temperaturhaltebänder abgeschaltet werden, weil die Leitungen durch das nachfließende Wasser aus dem Speicher warm gehalten werden. Dies ist auch sinnvoll, weil tagsüber der Stromtarif hoch ist.



- 1 Kupferleiter (1,2 mm²)
- 2 Selbstregelndes Heizelement
- 3 Isolation aus modifiziertem Polyolefin
- 4 Aluminiumlamierte Folie
- 5 Schutzgeflecht aus verzinnter Kupferlitze
- 6 Schutzmantel aus modifiziertem Polyolefin

Abb. 17: Aufbau eines Temperaturhaltebandes

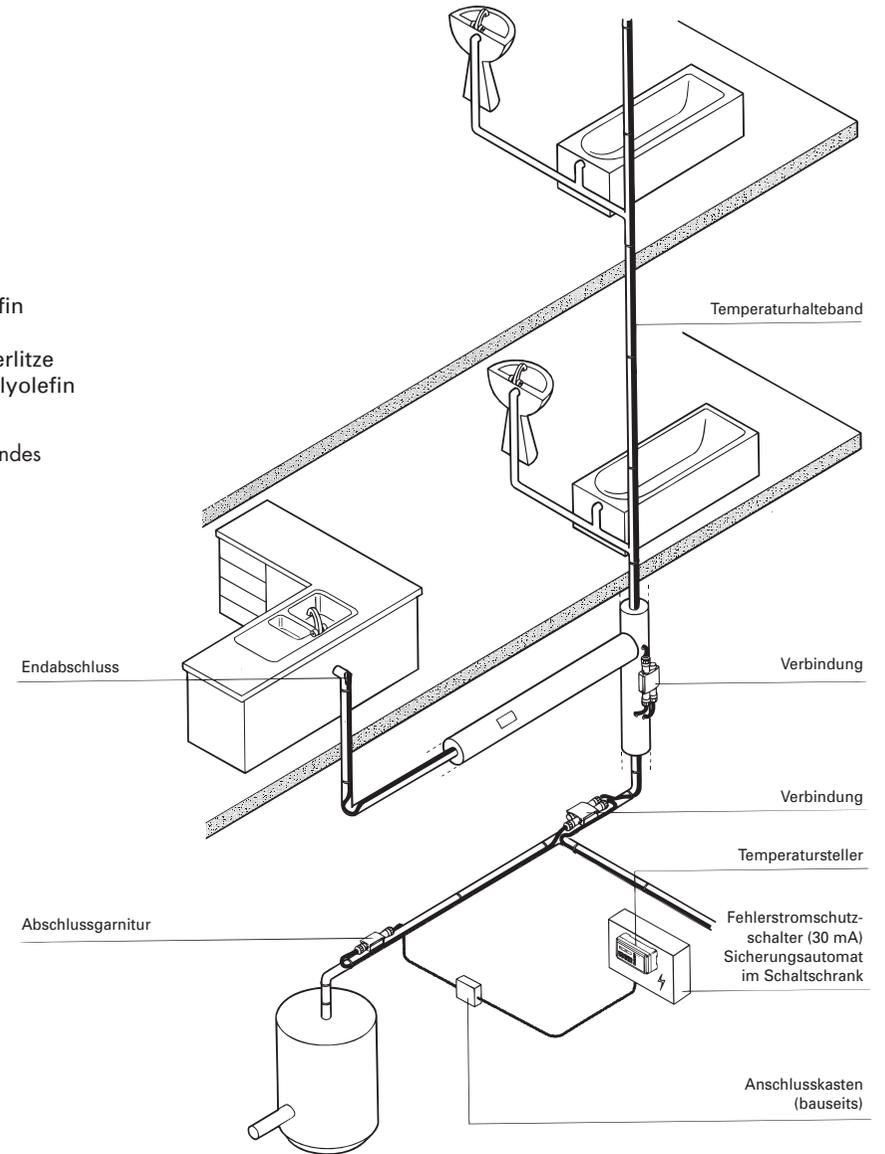


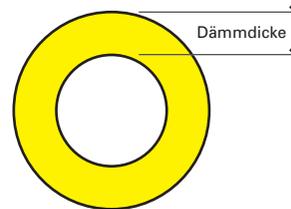
Abb. 18: Verteilsystem mit Temperaturhaltebändern

4.5 Dämmungen (Isolationen)

Mit Ausnahme der Einzelleitungssysteme müssen alle Verteilssysteme (Zirkulationssystem und System mit Temperaturhaltebändern) gegen Wärmeverlust gedämmt werden. In der kantonalen Energieverordnung sind die minimalen Dämmdicken verankert.

Hier nun einige Beispiele aus dem Kanton Zürich (Wärmedämmvorschriften Kt. Zürich, Ausgabe 1997):

Nennweite in mm	Dämmdicke in mm
10 bis 15	30
20 bis 32	40
40 bis 50	50



Alte Anlagen sind oft sehr mangelhaft gedämmt (Energieverluste). Im Sommer werden Räume durch mangelhaft gedämmte Warmwasserleitungen zusätzlich aufgeheizt (Komforteinbusse). Überprüfung und Ersatz ist wichtig und energetisch sinnvoll.

4.6 Auslaufarmaturen

Die **Zwei-Griff-Auslaufarmatur**, in der Fachsprache auch Batterie genannt, ist die einfachste. Benutzer und Benutzerinnen mischen sich die gewünschte Auslauftemperatur durch Öffnen und Schliessen des Kalt- und des Warmwasserventils. Bis die gewünschte Temperatur eingestellt ist, fließt das Wasser ungenutzt in den Ablauf. Daraus resultieren Wasser- und Energieverluste.

Heute werden meist **mechanische Einhebelmischer** verwendet. Diese Auslaufarmaturen haben, im Gegensatz zu Armaturen mit mehreren Griffen, nur einen Hebel. Durch Anheben des Hebels wird der Wasservolumenstrom (Menge) geregelt. Durch Drehen nach links wird die Wassertemperatur erhöht, nach rechts verringert, bis ganz rechts nur noch Kaltwasser ausströmt. Der Volumenstrom und die Auslauftemperatur können bei diesen Armaturen begrenzt werden. Hieraus resultieren beachtliche Einsparungen (Wasser und Energie) gegenüber einer Zwei-Griff-Auslaufarmatur.

Auslaufmündstücke

Auf der Suche nach Wassersparmöglichkeiten wurde bereits in den 70er Jahren erkannt, dass mit einem Wasser-Luft-Gemisch ein angenehmer Wasserstrahl erzeugt werden kann und dabei der Wasservolumenstrom geringer wird. So wurden die Auslaufarmaturen mit entsprechenden Mündstücken ausgestattet, die besser unter den Namen Neoperl, Perlator, usw. bekannt sind. Später kamen Mündstücke dazu, die den Auslaufvolumenstrom nebst



Abb. 19: Badebatterie



Abb. 20: Einhebelmischer

der Luftanreicherung auch noch auf einen bestimmten Volumenstrom begrenzen.

Sparbrausen

Eine Entwicklung der 90er Jahre ist die Sparbrause mit Luftinjektor. Konventionelle Brausen ergeben bei geringem Wasservolumenstrom einen unbefriedigenden Strahl. Die Sparbrausen hingegen erzeugen einen angenehm weichen Strahl. Bis zu 50 % Wasser lässt sich mit einer neuen Sparbrause gegenüber konventionellen Brausen einsparen.

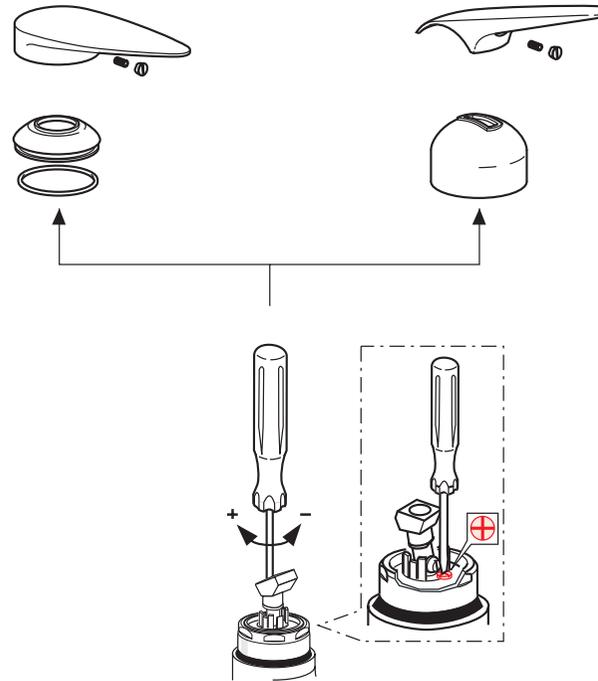


Abb. 21: Wassersparen durch Volumenstrombegrenzung (Abbildung aus einer Serviceanleitung)

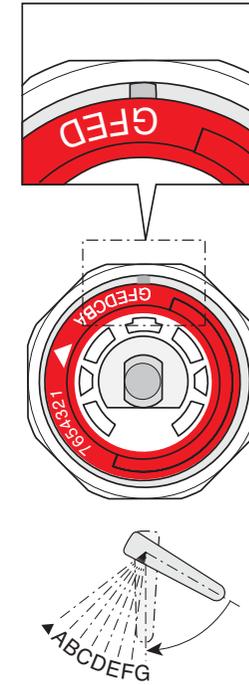


Abb. 22: Temperaturbegrenzung als Sicherheit vor zu hohen Auslauftemperaturen (Abbildung aus einer Serviceanleitung)

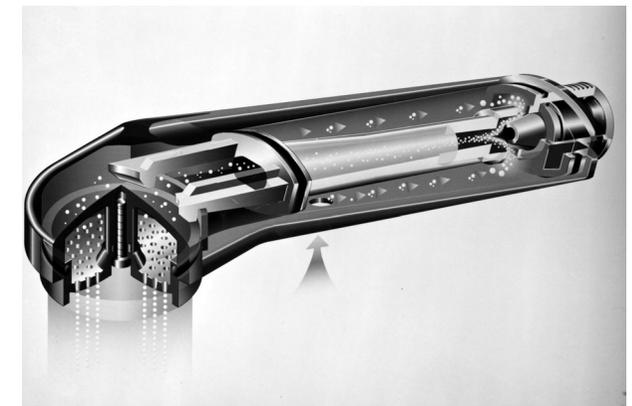


Abb. 23: Fit-air-Sparbrause mit Luftinjektor

4.7 Fazit

Wir müssen zukünftig noch rationeller mit unseren Energien umgehen. Das Potenzial der Sonnenenergie und der Abwärme wird viel zu wenig genutzt. Zeitgemäße Bauwerke vereinen die energetischen und ökologischen Philosophien der Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik. Dem Haustechnikplaner kommt die Aufgabe zu, die Potenziale zu erkennen und zu nutzen. Anlagen mit erneuerbaren Energien werden umso preiswerter, je mehr sie gekauft werden. Die Zukunft ist offen!

5 Aufgaben, Lösungsvorschläge

Lernauftrag 1

Elektrowassererwärmer und Solaranlage

In einem projektierten Einfamilienhaus werden 4 Personen wohnen. Die Familie möchte umweltverträglicher leben und befasst sich mit dem Einbau einer Solaranlage für das Warmwasser. Die finanziellen Aspekte stehen nicht im Vordergrund, aber man möchte ungefähr wissen, ob die Stromeinsparungen die Investitionen für die Solaranlage in den erwarteten 20 Jahren Nutzungsdauer decken.

Sie benötigen folgende Hilfsmittel:

- Fachinformationen

Erarbeiten Sie ...

- die jährlichen Stromkosten für die Familie, wenn der Elektro-Wassererwärmer jeweils während den Nachtstunden aufheizt. Pro Person werden durchschnittlich 50 Liter Warmwasser zu 60 °C benötigt. Die systembedingten Zuschläge für Verluste (Speicher und Ausstossverluste des Einzelleitungssystems) betragen ca. 25 %. Die Elektrotarife können Sie in Ihrem Elektrizitätswerk anfragen. Das Trinkwasser wird von 10 °C auf 60 °C (50 K) erwärmt. Mit der nachfolgenden Formel können Sie die jährlichen Energiekosten in Franken errechnen:
- die jährlichen Stromeinsparungen, wenn 55 % des Warmwasserbedarfs über die Solaranlage (gratis) abgedeckt werden.
- wie viele Jahre es dauert, bis die Fr. 8'000.- der Solaranlage (Mehrpreis) durch die Stromeinsparungen abgezahlt sind. (Je nach Wissensstand kann auch eine Wirtschaftlichkeitsberechnung mit Annuität und Energiepreisteuerung erstellt werden).

$$\text{Jährliche Energiekosten} = \frac{\text{Anzahl Personen} \cdot 50 \text{ l} / (\text{Person} \cdot \text{Tag}) \cdot 1,25 \cdot 365 \text{ Tage} \cdot 4,2 \text{ kJ} / (\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 50 \text{ K} \cdot 0,xx \text{ Fr.} / \text{kWh}}{3600 \text{ s} / \text{h}}$$

Lernauftrag 2

So funktioniert ein

Elektro-Speicherwassererwärmer (Boiler)

Hier befassen Sie sich mit dem Aufheizvorgang in einem Elektro-Speicherwassererwärmer.

Sie benötigen folgende Hilfsmittel:

- Fachinformationen
- Becherglas 1 Liter, wärmebeständig
- Thermometer 0 °C bis 100 °C
- Elektro-Tauchsieder

Vorgang:

- Füllen Sie das Glas mit kaltem Wasser.
- Platzieren Sie den Tauchsieder im unteren Drittel des Becherglases (aber ca. 4 cm über dem Boden) und schalten Sie diesen ein.
- Achten Sie darauf, dass Sie das kalte und warme Wasser nicht mit dem Thermometer vermischen!!!
- Messen Sie den Temperaturverlauf von unten nach oben. Das Thermometer benötigt ca. 5 Sekunden Reaktionszeit, bis die Temperatur stimmt.
- Führen Sie die Messungen solange durch, bis die Temperatur ca. 60 °C beträgt.

Lösen Sie folgende Aufgaben:

- Beschreiben Sie den Temperaturverlauf über dem Tauchsieder während der Aufheizphase.
- Wie verhält sich die Temperatur unter dem Heizregister?
- Wie verhält sich die Dichte des Wassers in Abhängigkeit der Temperaturen?
- Wo muss das Elektro-Heizregister in einem Elektro-Speicherwassererwärmer platziert werden?
- Das Becherglas ist nun heiss und gibt seine Energie an die Umgebung ab. Wie können Wärmeverluste bei Speichern verringert werden?

Lernauftrag 3

Solaranlage

Mit diesem Versuch soll die Funktionsweise eines Sonnenkollektors erarbeitet werden.

Sie benötigen folgende Hilfsmittel:

- Fachinformationen
- Blatt A4 schwarz
- Blatt A4 weiss
- 2 Thermometer 0 °C bis 100 °C
- Spotlampe mind. 100 Watt (ideal ist eine Infrarotlampe)

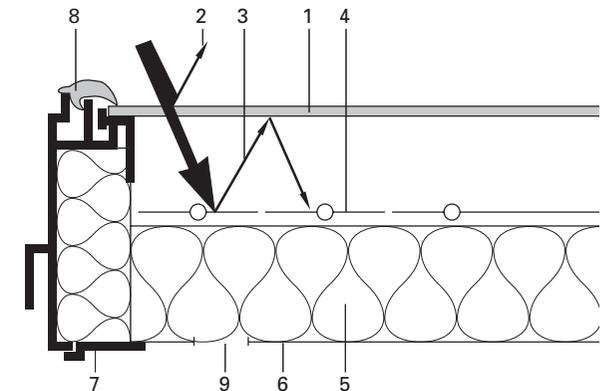
Vorgang:

- Falten Sie die Blätter auf das Format A5. Kleben Sie die Ränder zusammen und lassen Sie eine 3 cm breite Stelle offen, um das Thermometer einzuschieben.
- Schieben Sie die Thermometer in die Blätter.
- Legen Sie die gefalteten Blätter nebeneinander und bestrahlen Sie diese mit der Lampe.
- Betrachten Sie den Temperaturverlauf.

Erarbeiten Sie die Lösungen/Antworten zu den folgenden Fragen:

- Beschreiben Sie den Einfluss der Farbe auf die Temperatur im gefalteten Blatt.
- Der Absorber ist der Bauteil in einem Sonnenkollektor, welcher die Sonnenenergie einfängt und an den Wärmeträger-Kreislauf überträgt. Welche Farbe muss der Absorber in einem Sonnenkollektor haben?

- Der Sonnenkollektor fängt Energie ein. Mit welcher Massnahme wird verhindert, dass die Energie wieder an die Umgebung abstrahlt?
- Wie muss ein Sonnenkollektor ausgerichtet sein – Himmelsrichtung und Neigung – damit möglichst viel Energie eingefangen wird?
- Welche Eigenschaften muss der Wärmeträger (Wassergemisch) im Solarkreislauf haben, damit die Sonnenenergie das ganze Jahr genutzt werden kann?



- | | |
|--|-------------------|
| 1 Transparente Abdeckung | 5 Wärmedämmung |
| 2 Von der Abdeckung reflektierte Strahlung | 6 Bodenplatte |
| 3 Vom Absorber reflektierte Strahlung | 7 Rahmen |
| 4 Absorber | 8 Dichtung |
| | 9 Lüftungsöffnung |

Abb. 24: Sonnenkollektor im Schnitt

Prospekte sind bei folgenden Firmen erhältlich:

- Jenni Energietechnik AG, 3414 Oberburg
- Schweizer AG, 8908 Hedingen
- Soltop Schuppisser AG, 8353 Elgg

Lernauftrag 4

Warmwasser-Verteilsysteme

Sie befassen sich mit den Warmwasser-Verteilsystemen in verschiedenen Gebäuden. Idealerweise wird eine Gruppe gebildet, die in unterschiedlichen Gebäuden (Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus) wohnt. Zusätzlich bietet sich auch das Schulhaus als Anschauungsbeispiel an. Nun werden die Verteilsysteme in den Gebäuden besichtigt.

Maximale Ausstosszeiten gemäss SIA-Norm:
Waschtisch 10 Sekunden, Spültisch 7 Sekunden,
Dusche 10 Sekunden.

Sie benötigen folgende Hilfsmittel:

- Fachinformationen
- Stoppuhr

Vorgang:

- Gebäude besichtigen.
- Warmwasser-Verteilsysteme erkennen und zuordnen.
- Ausstosszeiten bei verschiedenen Apparaten messen.
- Abklären (nur bei Zirkulationssystemen und Temperaturhaltebändern): Ist eine Zeitschaltuhr vorhanden? Wird der Betrieb während 6 bis 8 Stunden unterbrochen? Sind die Leitungen ausreichend gedämmt?

Aufträge, Fragen:

- Zeigen Sie die Zusammenhänge zwischen Gebäudearten und Warmwasser-Verteilsystemen auf.
- Werden die maximalen Ausstosszeiten gemäss SIA eingehalten?
- Wo liegen die energetischen Sparpotenziale der Anlagen?

Tipp:

Sehr sinnvoll ist hier eine Matrix mit folgenden Spalten: Gebäudeart; Verteilsystem; Zeitschaltuhr vorhanden (ja/nein); Einstellung i.O. (ja/nein); Ausstosszeiten i.O. (ja/nein); Dämmung i.O. (ja/nein); Sparpotenziale.

Anmerkung:

Bei älteren Anlagen gibt es auch andere Verteilsysteme, die hier nicht alle aufgeführt werden konnten. Beschreiben Sie das Verteilsystem, falls Sie es nicht zuordnen können.

Lernauftrag 5

Auslaufarmaturen

Sie befassen sich mit den Auslaufarmaturen, die in Ihrem Haus oder Ihrer Wohnung installiert sind. Sparpotenziale liegen vor, wenn der Auslaufvolumenstrom bei der Brause über 0,16 Liter pro Sekunde und beim Waschtisch über 0,1 Liter pro Sekunde beträgt.

Sie benötigen folgende Hilfsmittel:

- Fachinformationen
- Stoppuhr
- Gefäß mit 3 bis 10 Litern Inhalt, wie z.B. eine Spritzkanne oder ein Putzkessel
- Messgefäß mit mindestens 1 Liter Inhalt

Vorgang:

- Messen Sie nacheinander die Volumenströme der Badearmatur (Auslauf und dann Brause), der Waschtischarmatur und der Spültischarmatur.
- Öffnen Sie die Armatur und halten Sie das Gefäß darunter. Gleichzeitig stoppt eine andere Person die Zeit. Ist das Gefäß zu $\frac{3}{4}$ gefüllt, wird es unter dem Wasserstrahl weggezogen und die Zeit gestoppt.
- Das Gefäß wird nun möglichst genau ausgelitert, d.h., das Wasservolumen des Gefäßes wird in mehreren Durchgängen in den Messbecher umgeschüttet.
- Jeder Apparat wird 3 Mal gemessen. Verwenden Sie für die weiteren Berechnungen den Mittelwert. Es gilt: Eine Messung ist keine Messung!!!

Erarbeiten Sie ...

Eine Matrix mit folgenden Spalten: Auslaufarmatur; Volumen in Litern; Zeit in Sekunden; Volumenstrom in Litern pro Sekunde; Sparpotenziale (ja/nein); Massnahmen.

Anmerkung:

Beim Wasser kann beachtlich Energie eingespart werden. Dies ist jedoch nicht bei jedem Apparat gleich wirkungsvoll. Beim Waschtrog in der Waschküche ist die Begrenzung des Auslaufvolumenstroms kaum sinnvoll, weil der Apparat primär nicht zum Händewaschen, sondern für die Handwäsche oder zum Einweichen der Wäsche gebraucht wird. Würde der Volumenstrom begrenzt, müsste unnötig lange gewartet werden, bis der Trog gefüllt ist. Überlegen Sie, wie es sich mit dieser Aussage bei der Badewanne (Auslauf und Brause) und dem Spültisch verhält.

Lernauftrag 6

Baden oder duschen?

Sie befassen sich mit dem Wasserverbrauch bei der Körperreinigung. Beim Baden wie auch beim Duschen beträgt die Temperatur ca. 40 °C. Wassereinsparung bedeutet somit auch Energieeinsparung.

Sie benötigen folgende Hilfsmittel:

- Fachinformationen
- Stoppuhr
- Gefäß mit 3 bis 10 Litern Inhalt, wie z.B. eine Spritzkanne oder ein Putzkessel
- Messgefäß mit mindestens 1 Liter Inhalt

Vorgang:

- Messen Sie den Volumenstrom der Brause (Einstellung wie beim Duschen). Öffnen Sie die Armatur und halten Sie das Gefäß darunter. Gleichzeitig stoppt eine zweite Person die Zeit. Ist das Gefäß zu $\frac{3}{4}$ gefüllt, wird es unter dem Wasserstrahl weggezogen und die Zeit gestoppt.
- Das Gefäß wird nun möglichst genau ausgelitert, d.h., das Wasservolumen des Gefäßes in mehreren Durchgängen in den Messbecher umgeschüttet.
- Die Messung wird 3 Mal durchgeführt. Verwenden Sie für die weiteren Berechnungen den Mittelwert. Es gilt: Eine Messung ist keine Messung!!!
- Duschen Sie und stoppen Sie die Zeit in Sekunden (3 Mal).

- Errechnen Sie den Inhalt der Badewanne (in Litern) von der Sitzfläche bis zum Überlauf (in der Mitte der verchromten Abdeckung am Fussende).

Aufträge:

- Duschen: Erstellen Sie eine Matrix mit folgenden Spalten: Auslaufarmatur; Volumen in Litern; Zeit in Sekunden; Volumenstrom in Litern pro Sekunde; Duschzeit in Sekunden; Wasserverbrauch in Litern (Volumenstrom mal Duschzeit).
- Baden: Sie haben den Inhalt der Badewanne berechnet. Ziehen Sie davon ihren Körperinhalt ab. Dieser entspricht etwa Ihrer Körpermasse. Schlagen Sie zum Zwischenergebnis 6 Liter für das Abbrausen am Schluss des Badens dazu. Das Ergebnis ist der Wasserverbrauch beim Baden.
- Geben Sie nun eine Empfehlung ab, ob Baden oder Duschen aus energetischer Sicht sinnvoller ist.

Lösungen zu den Lernaufträgen 1 bis 6

1. Elektrowassererwärmer und Solaranlage

- Die Lösung hängt vom Energiepreis (Niedertarif in der Nacht) ab.
- Bei 15 Rp / kWh betragen die jährlichen Energiekosten ca. Fr. 798.–.
- Die Stromeinsparungen mit der Solaranlage betragen ca. Fr. 439.–.
- Nach ca. 18 Jahren ist die Anlage abbezahlt. (Achtung: sehr stark vereinfachte Überschlagsrechnung)

2. So funktioniert ein

Elektro-Speicherwassererwärmer (Boiler)

- Über dem Tauchsieder erwärmt sich das Wasser gleichmässig.
- Unter dem Heizregister bleibt das Wasser (infolge Dichtedifferenz) kalt.
- Beim Erwärmen steigt das Wasser. Mit zunehmender Temperatur sinkt die Dichte.
- Damit möglichst viel Wasser erwärmt werden kann, ist das Heizregister möglichst tief im Wassererwärmer anzuordnen.
- Die Warmwasserspeicher werden mit einer effizienten Wärmedämmung ausgestattet.

3. Solaranlage

- Je dunkler das Blatt, desto höher die Temperatur.
- Der Absorber muss schwarz sein.
- Mit einer Isolation (Dämmung) und einer speziellen Glasscheibe.
- Kollektoren sollen nach Süden orientiert sein. Für den Ganzjahresbetrieb beträgt die Neigung des Kollektors ca. 45°.
- Da der Gefrierpunkt des Wassers im Winter unterschritten wird, muss dem Wasser Frostschutz (Glykol) beigemischt werden, damit das Wärmeträgermedium nicht gefriert.

4. Warmwasser-Verteilssysteme

Verschiedene Lösungen möglich.

5. Auslaufarmaturen

Verschiedene Lösungen möglich.

Zusatzüberlegungen: Beim Spültisch und beim Badewannenauslauf (Wannenfüllung) ist eine Volumenstrombegrenzung nicht sinnvoll, weil sich die Füllzeit unnötig verlängert. Wenn in der Badewanne geduscht wird, ist eine Sparbrause sinnvoll.

6. Baden oder duschen?

Beim Duschen wird etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ des Wasservolumens und somit der Energie benötigt. Empfehlung: Duschen statt baden!

6 Weiterführende Literatur

- Bundesamt für Konjunkturfragen, Elektrische Wassererwärmung, RAVEL, EDMZ-Bestellnr. Nr. 724.349.1 D, 1995
- Bundesamt für Konjunkturfragen, Solare Wassererwärmung, PACER, EDMZ-Bestellnr. 724.213 D, 1993
- Bundesamt für Konjunkturfragen, Wärmepumpen für die Trinkwassererwärmung, RAVEL, EDMZ-Bestellnr. 724.360 D, 1997
- W. Zanvit und R. Hofer, Warmwasserversorgung, SSIV-Verlag, 2002
- R. Hofer und M. Steinmann, Wärmelehre, SSIV-Verlag, 1995
- A. Bachmann und R. Hofer, Kaltwasserversorgung, SSIV-Verlag, 1999
- Bundesamt für Energie, Dusch- und Badeverhalten, EDMZ-Bestellnr. 805.320.1d
- Walter Gille, Maja Messmer, Jürg Nipkow, Bernhard Liechti, Energie – Schlüsselgrösse unserer Zeit, Grundlehrmittel, Sauerländer, Aarau, 1997, und Handbuch für Lehrkräfte, Sauerländer, Aarau, 1999
(Bezug: Walter Gille, Zürichbergstrasse 46a, 8044 Zürich)

7 Bild- und Textnachweis

Nachweis der Abbildungen

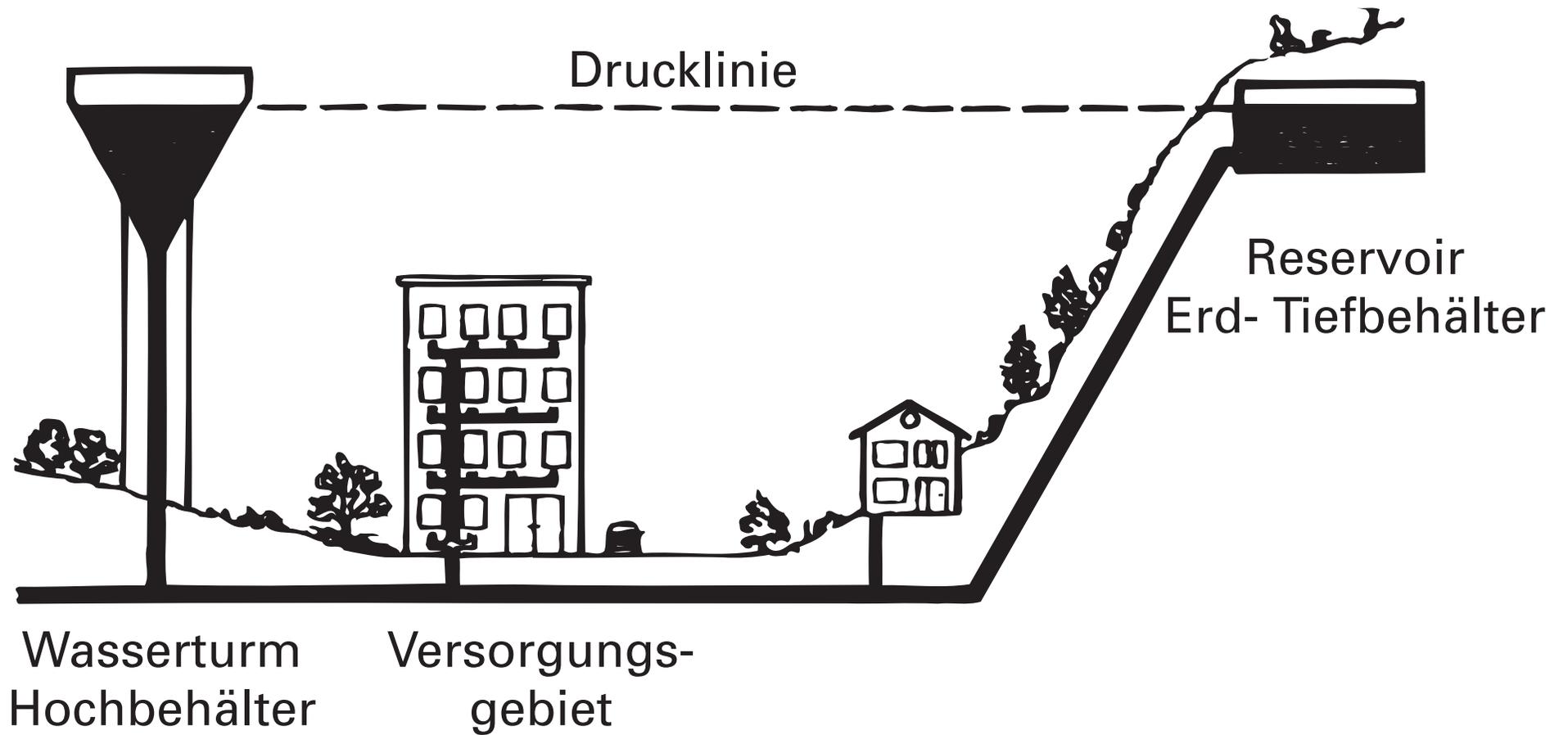
Alle Werkfotos und Zeichnungen wurden von den Lieferanten zur Verfügung gestellt.

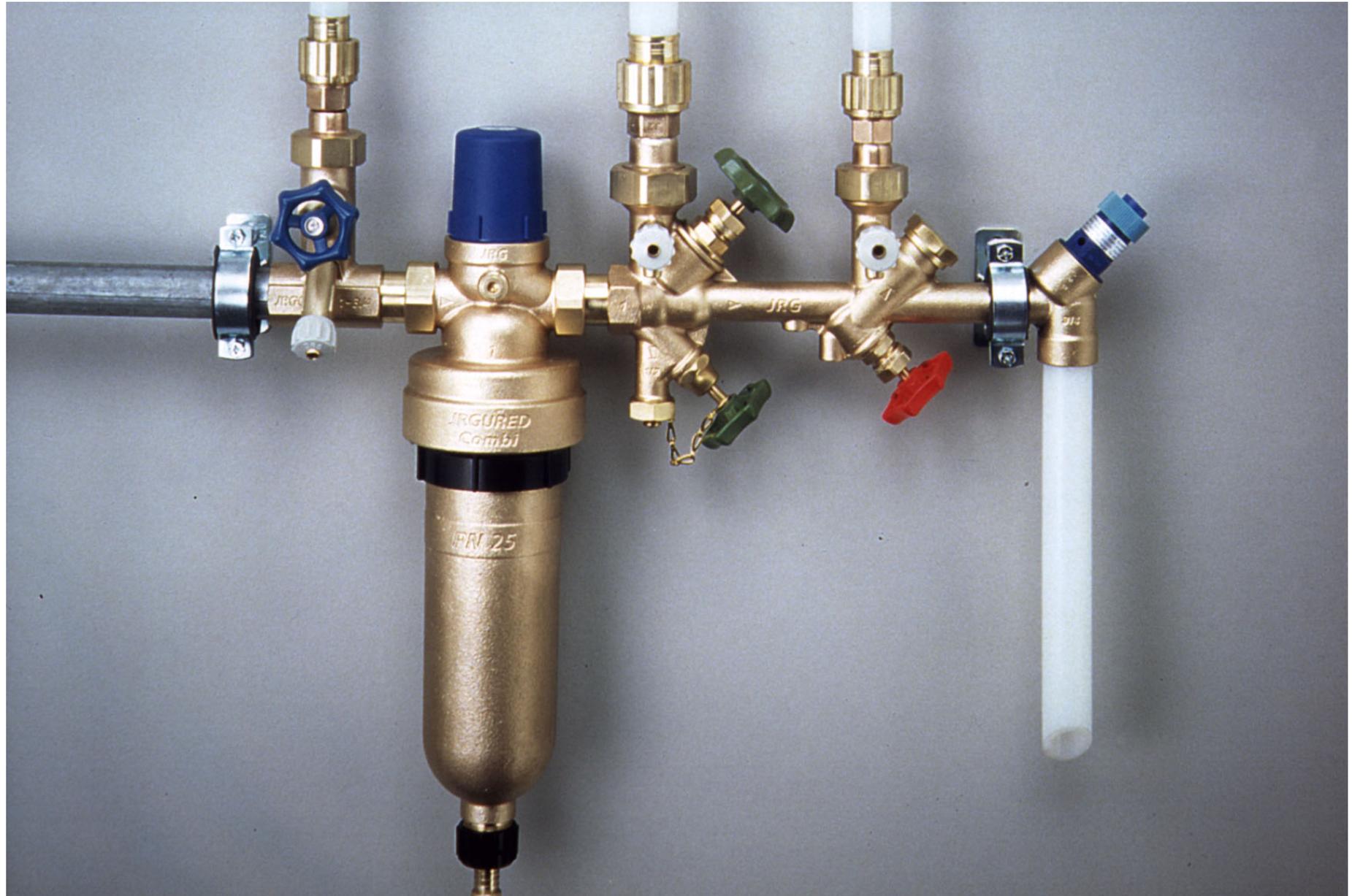
- 1 Autorenteam, u.a. R. Hofer, BK 3000, SSIV-Verlag, Zürich, 1997
- 2 Werkfoto, JRG, Sissach
- 3 Werkfoto, Domotec AG, Aarburg
- 4 Autorenteam, u.a. R. Hofer, BK 3000, SSIV-Verlag, Zürich, 1997
- 5 Autorenteam, u.a. R. Hofer, BK 3000, SSIV-Verlag, Zürich, 1997
- 6 Autorenteam, u.a. R. Hofer, BK 3000, SSIV-Verlag, Zürich, 1997
- 7 RAVEL-Impulsprogramm
- 8 Werkfoto, JRG, Sissach
- 9 Zeichnung, R. Hofer
- 10 RAVEL-Impulsprogramm
- 11 Autorenteam, u.a. R. Hofer, BK 3000, SSIV-Verlag, Zürich, 1997
- 12 Werkfoto, Biral, Bieri AG, Münsingen
- 13 Werkfoto, ARWA, Wallisellen
- 14 RAVEL-Impulsprogramm
- 15 Werkfoto, JRG, Sissach
- 16 Werkfoto, GWF, Luzern
- 17 Zeichnung, Raychem AG, Baar
- 18 Zeichnung, Raychem AG, Baar
- 19 Werkfoto, KWC, Unterkulm
- 20 Werkfoto, KWC, Unterkulm
- 21 Serviceanleitung, KWC, Unterkulm
- 22 Serviceanleitung, KWC, Unterkulm
- 23 Werkfoto, KWC, Unterkulm
- 24 PACER-Impulsprogramm

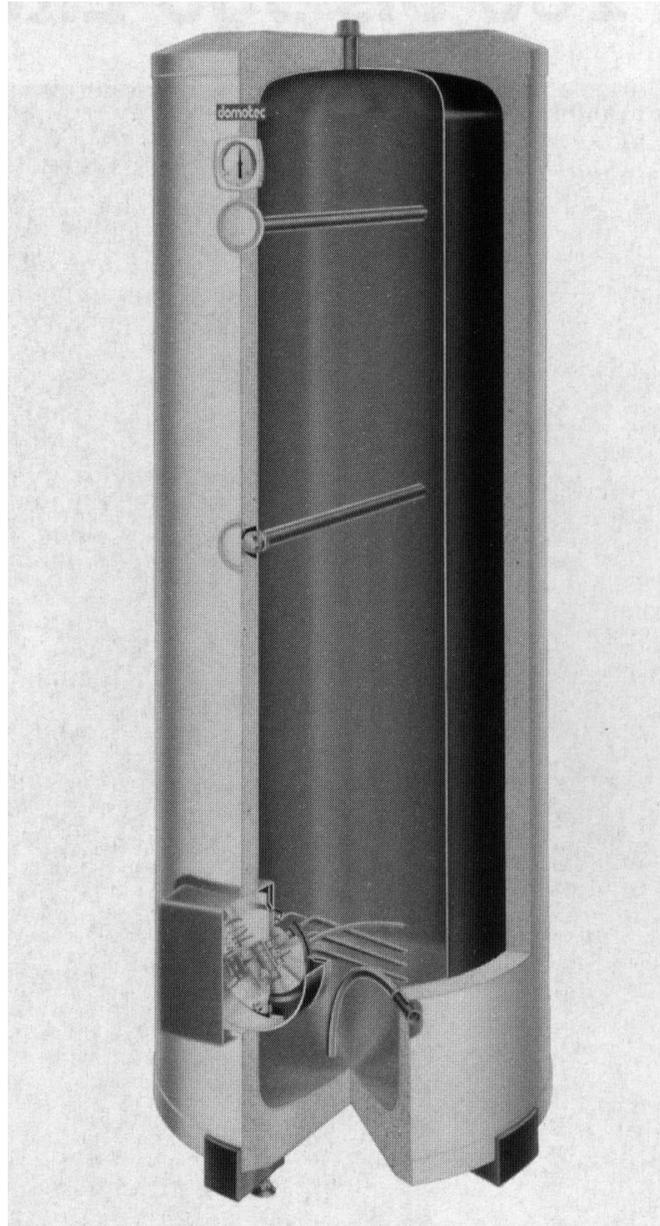
Texte

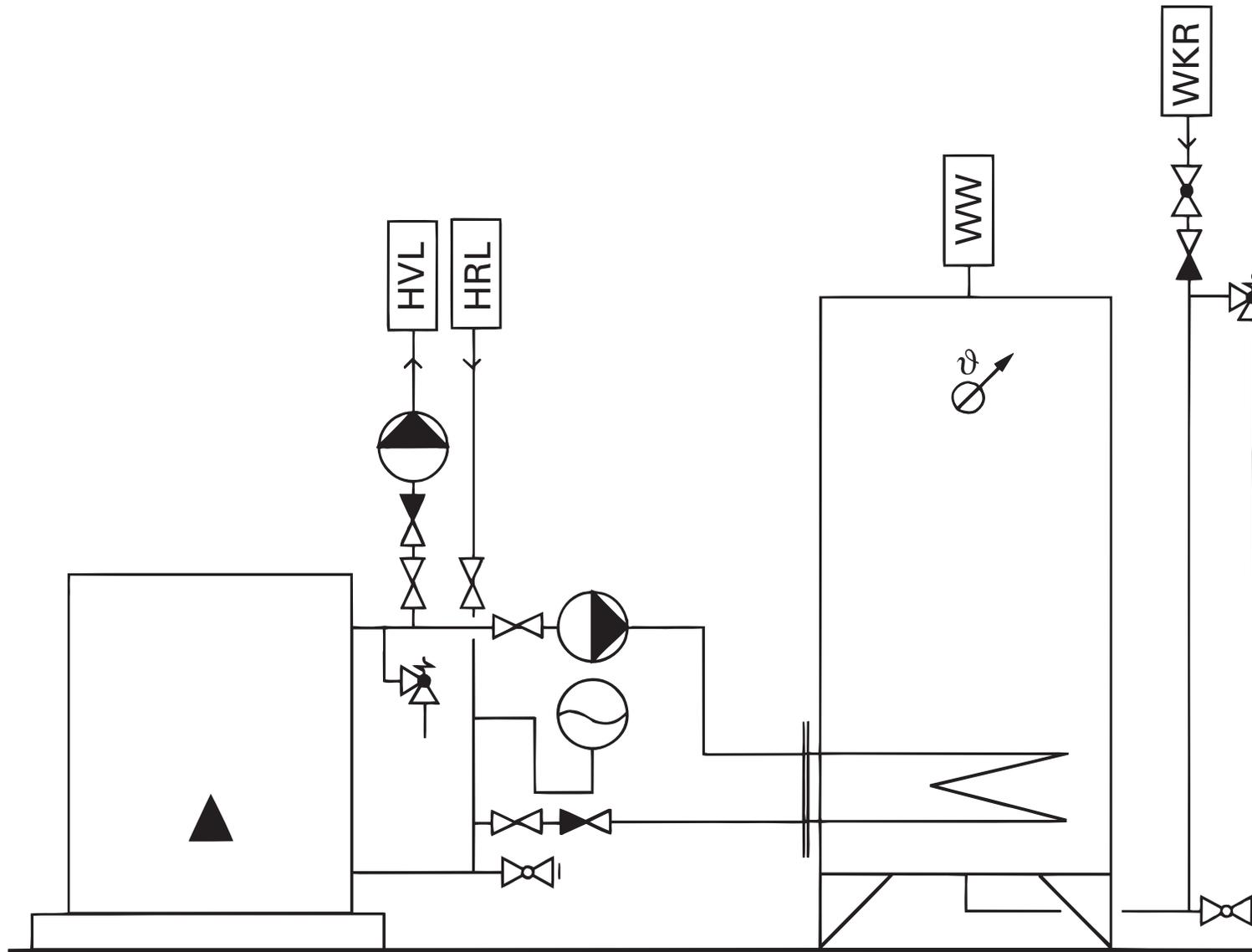
Rainer Hofer

8 Vorlagen



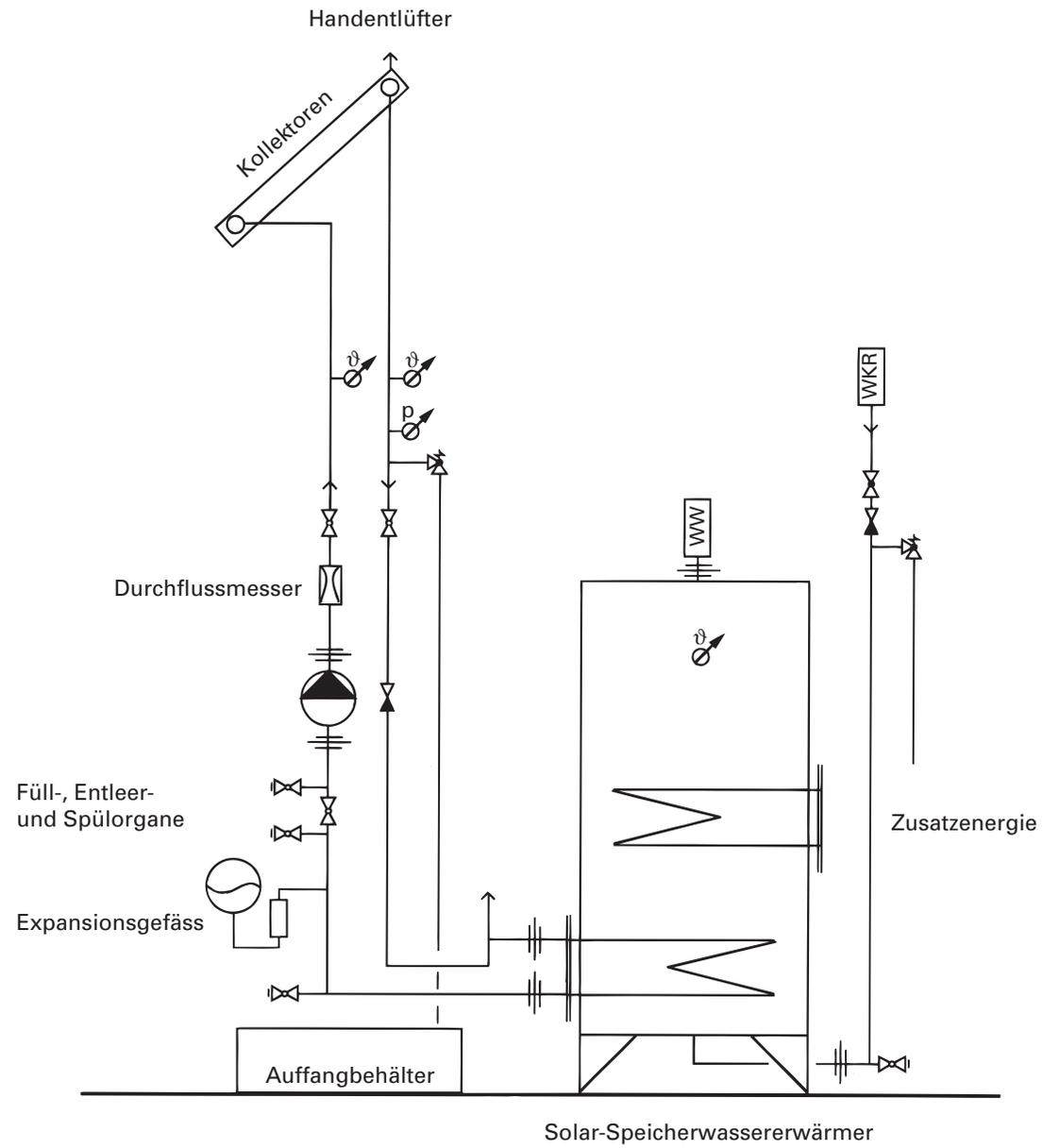


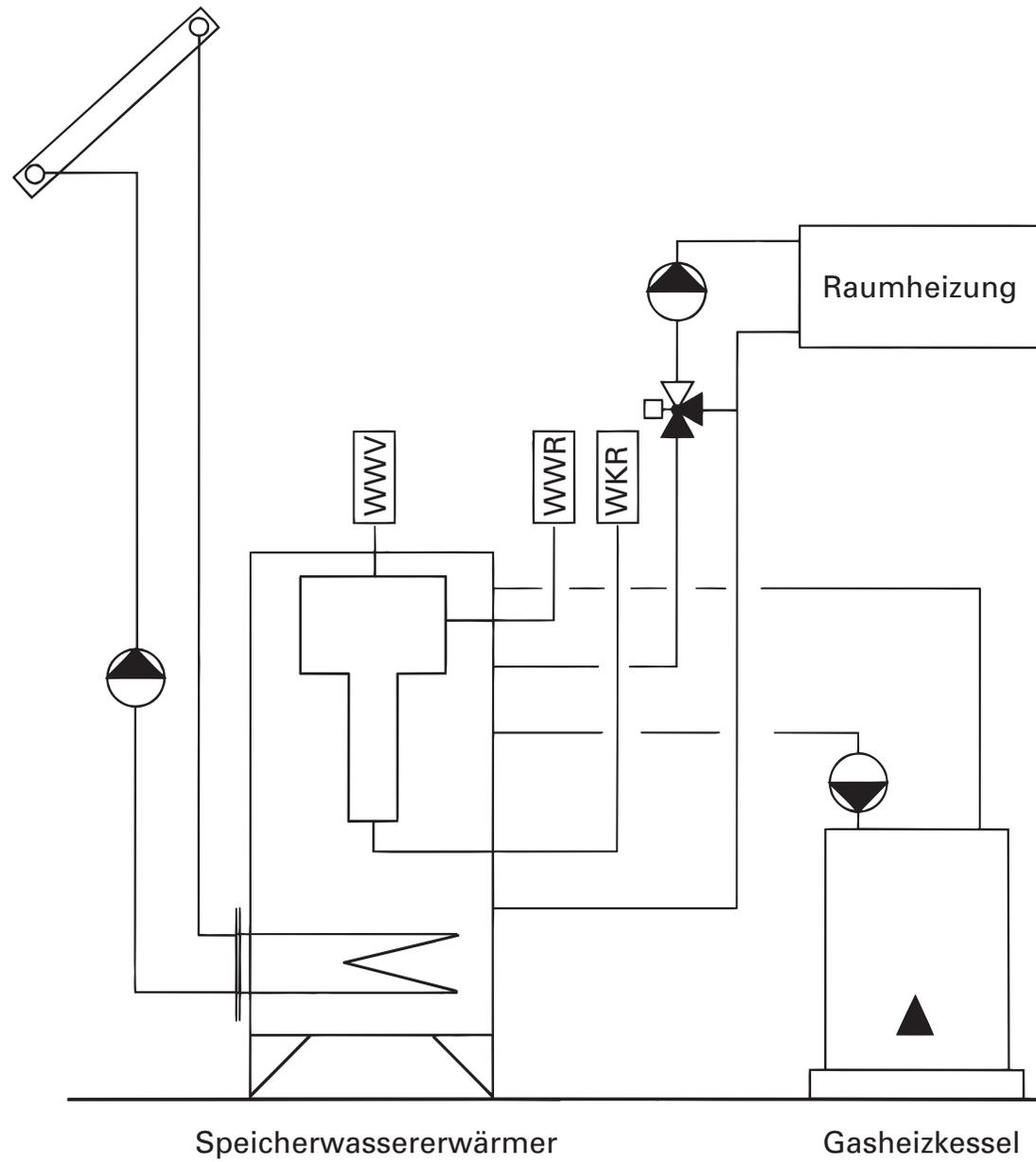


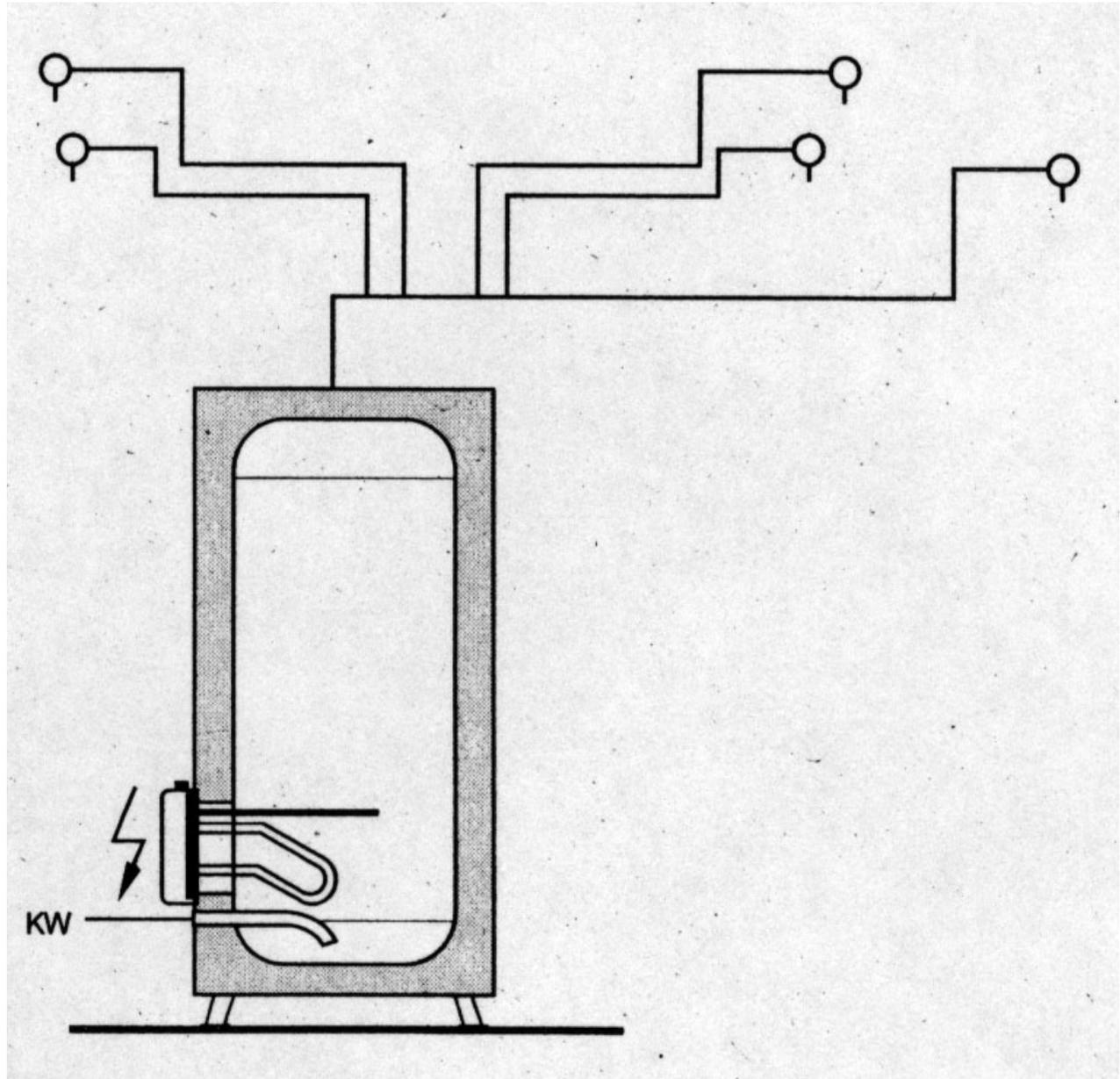


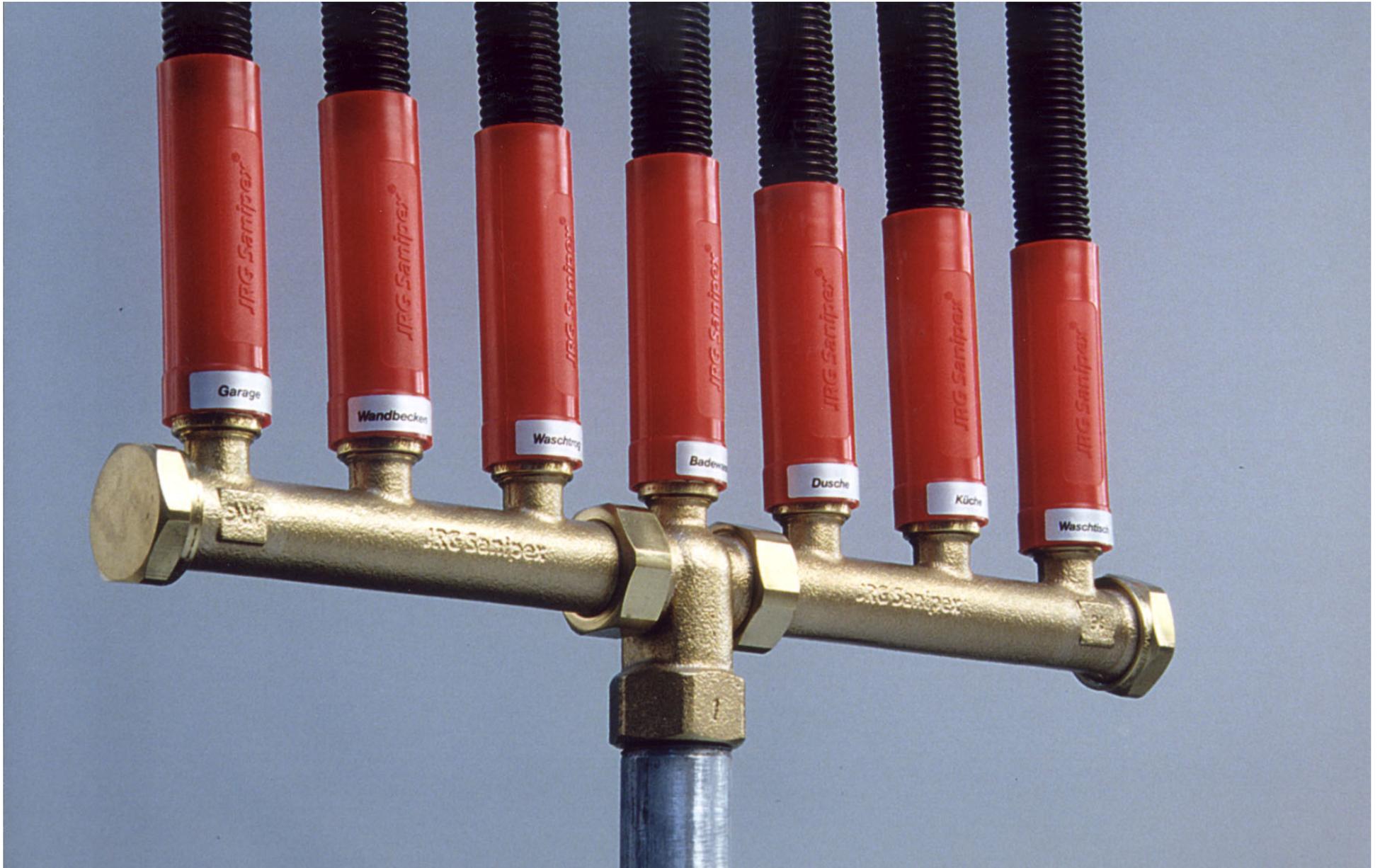
Gasheizkessel

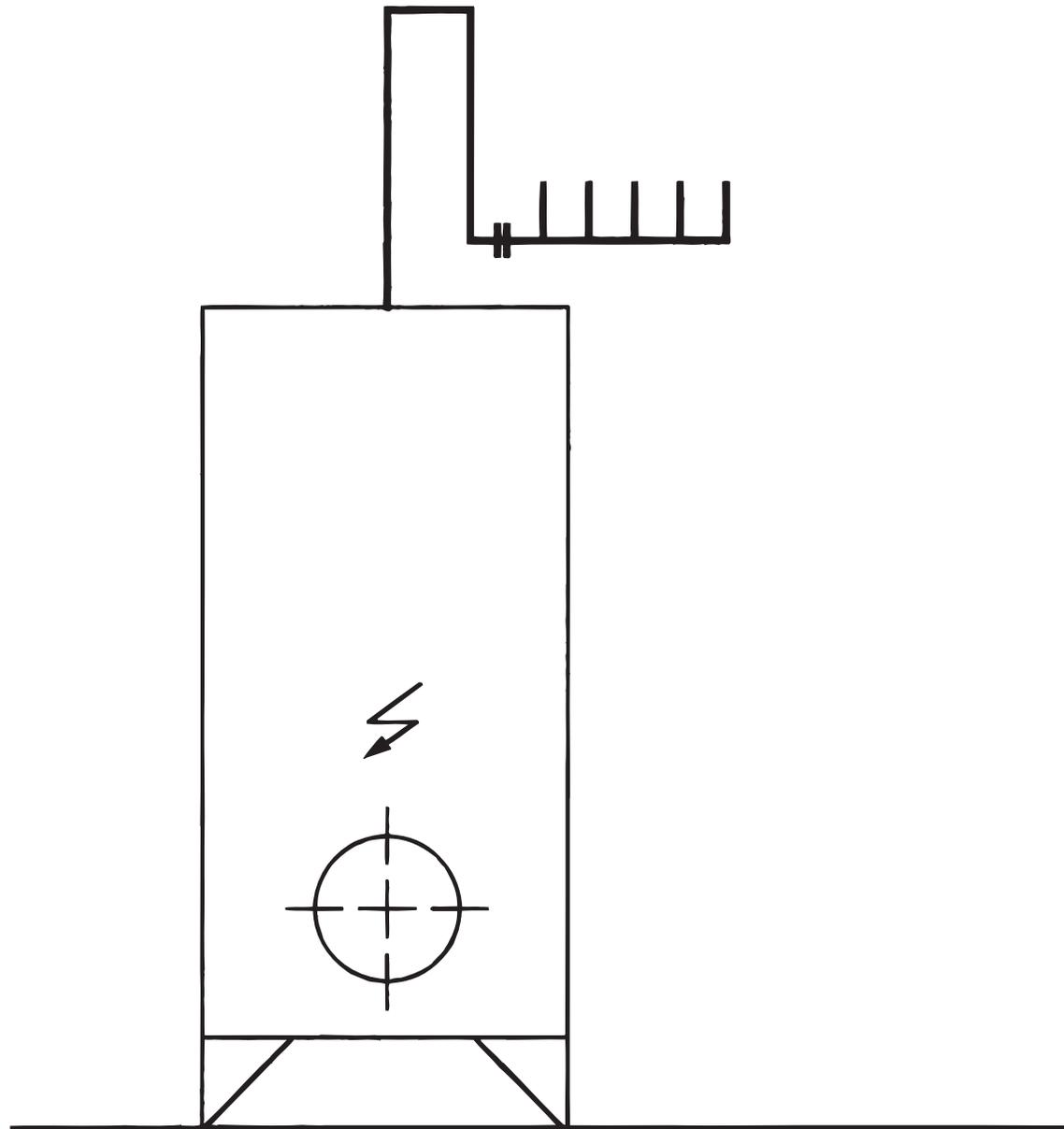
Speicherwassererwärmer

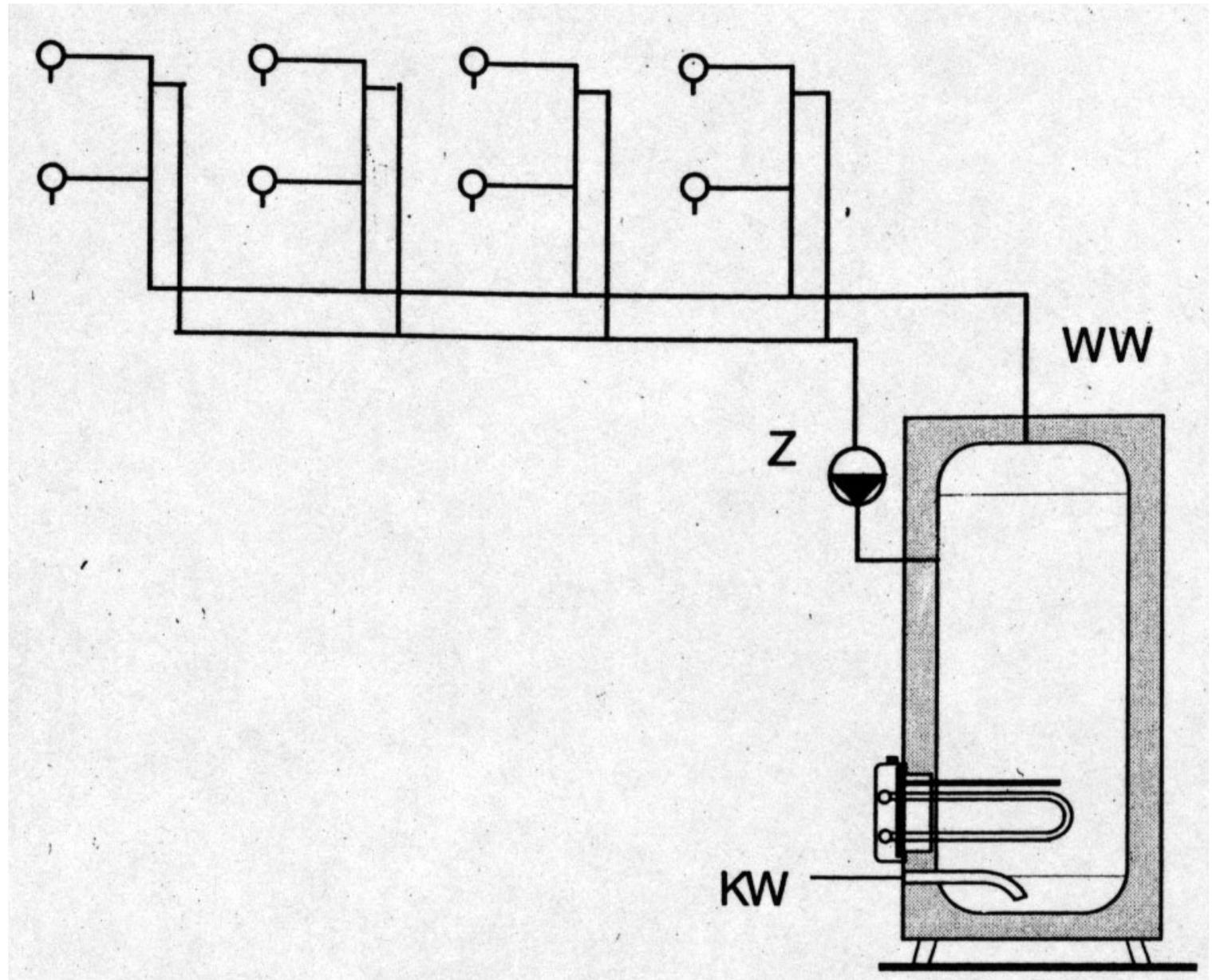


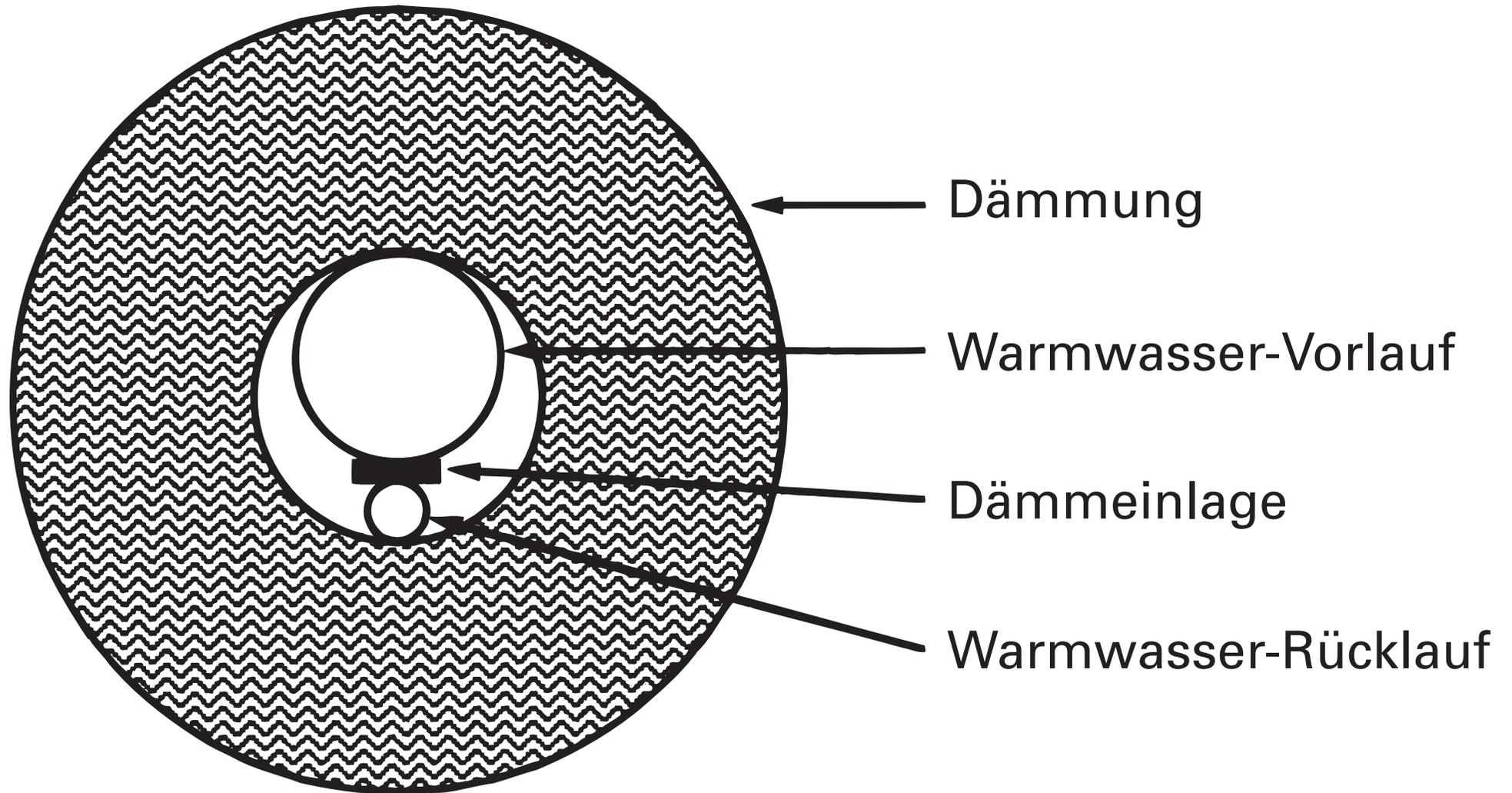




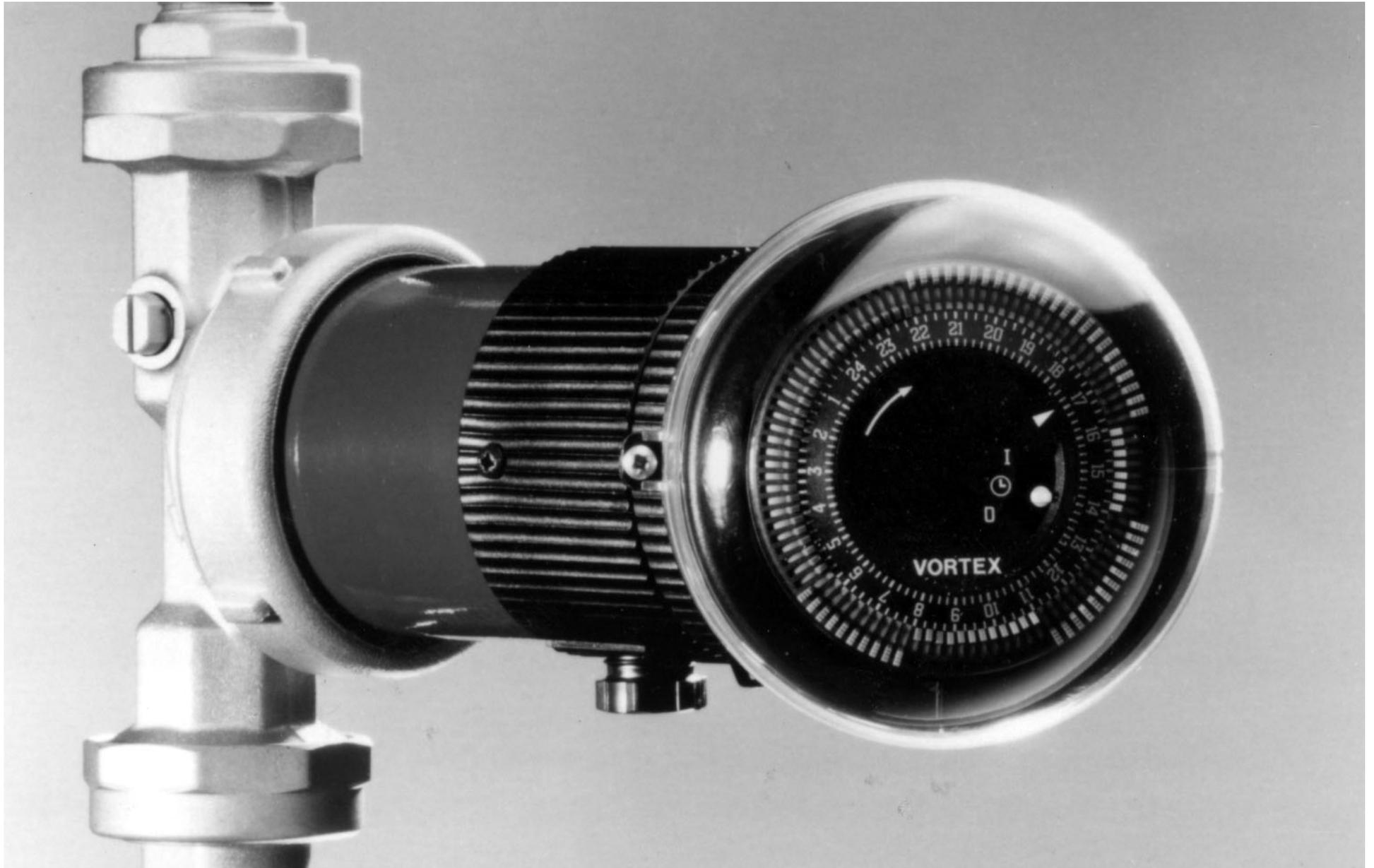


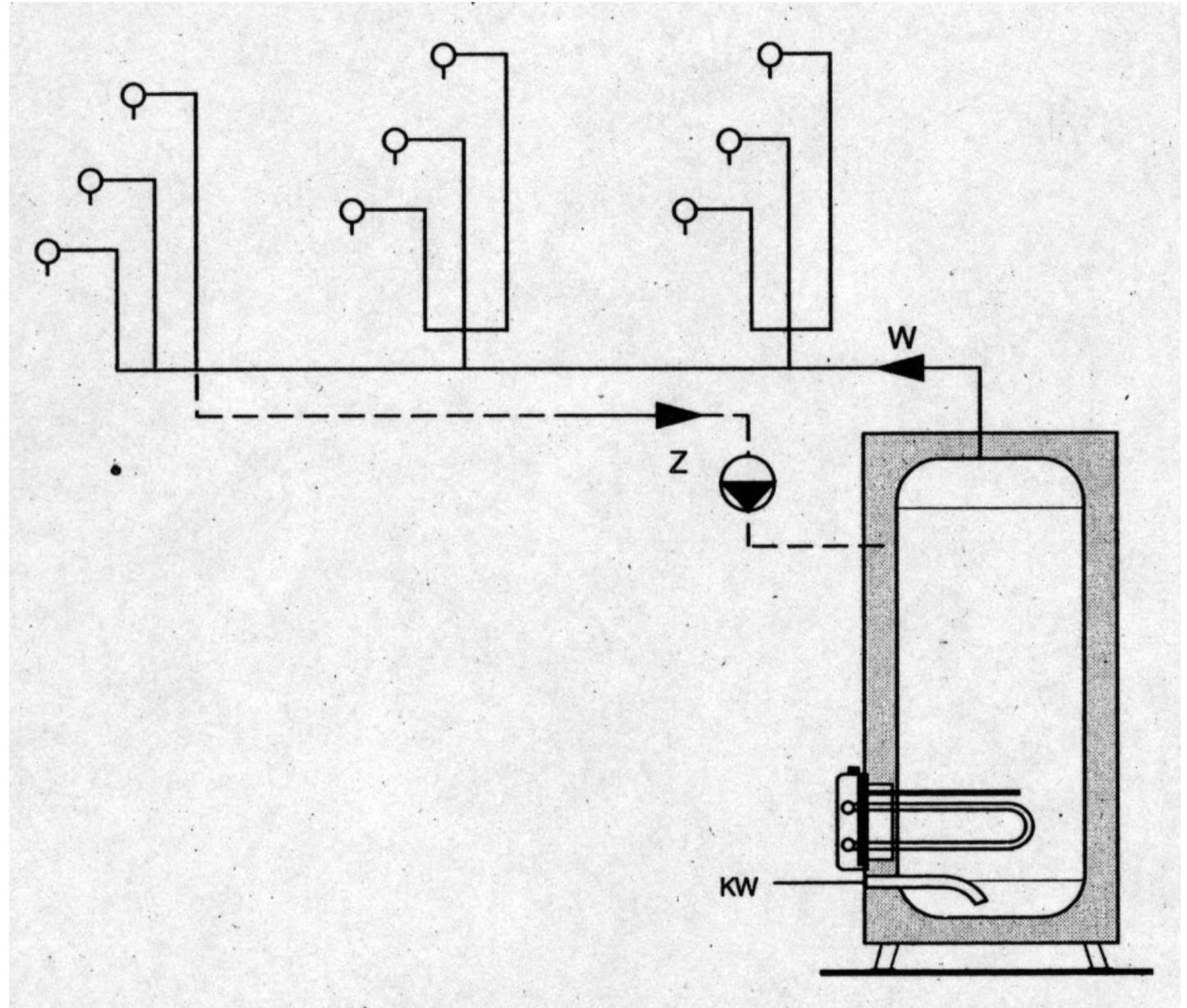


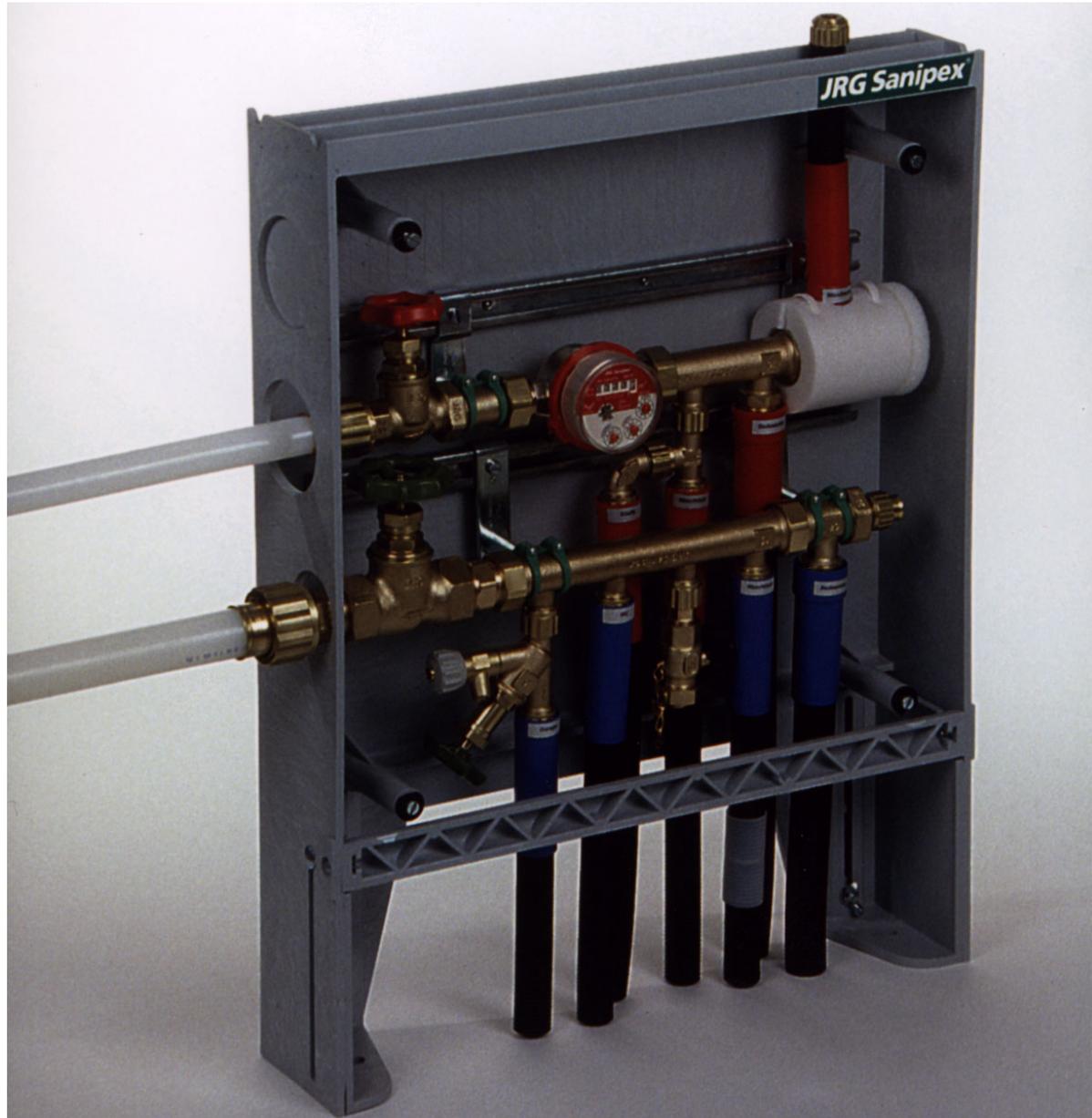




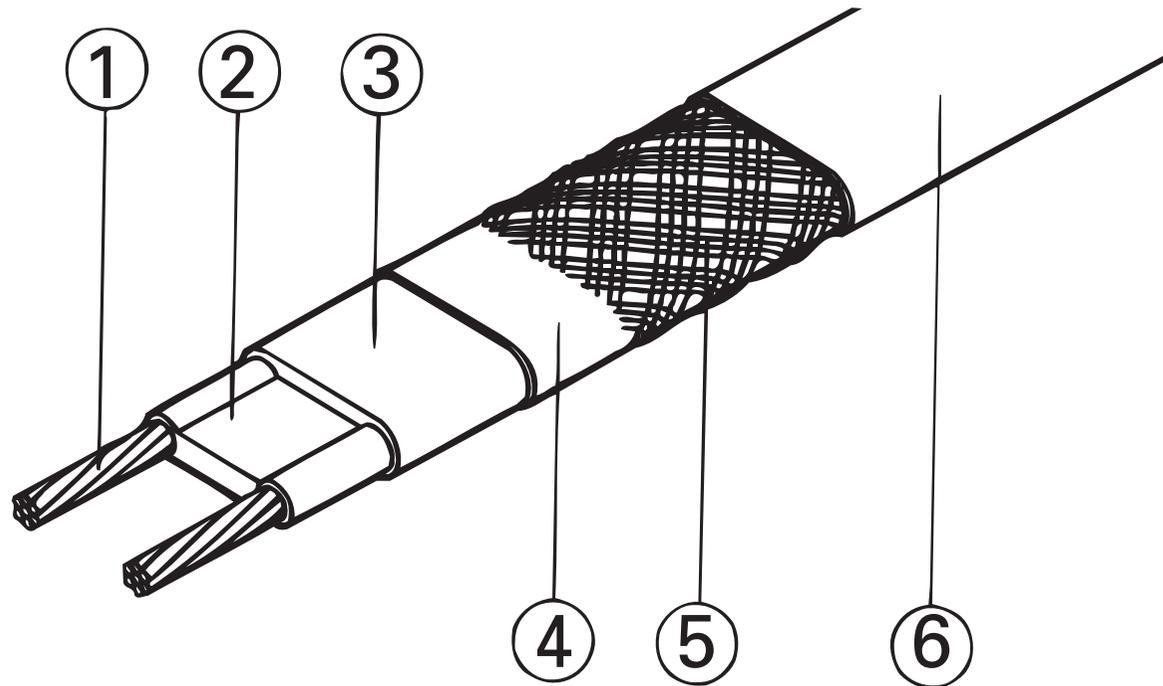




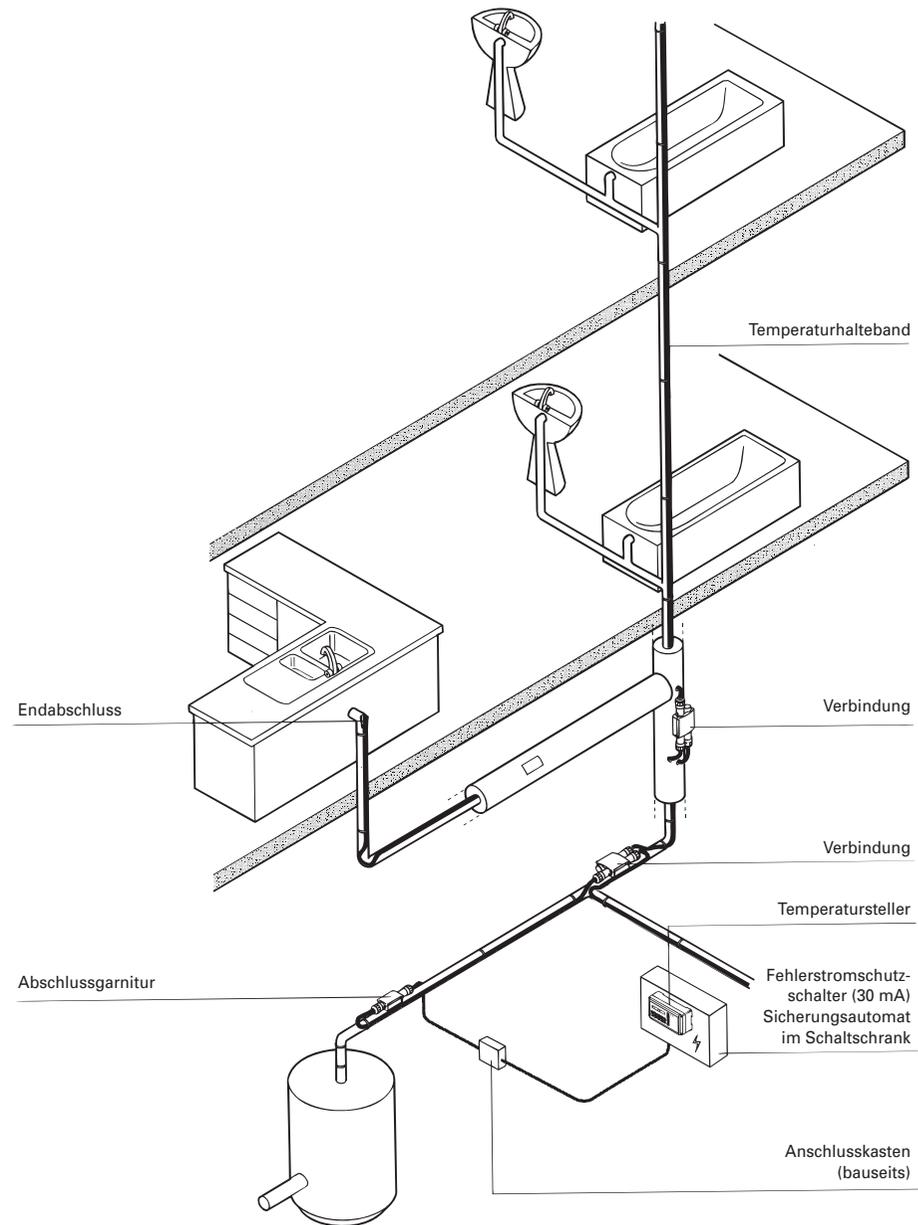






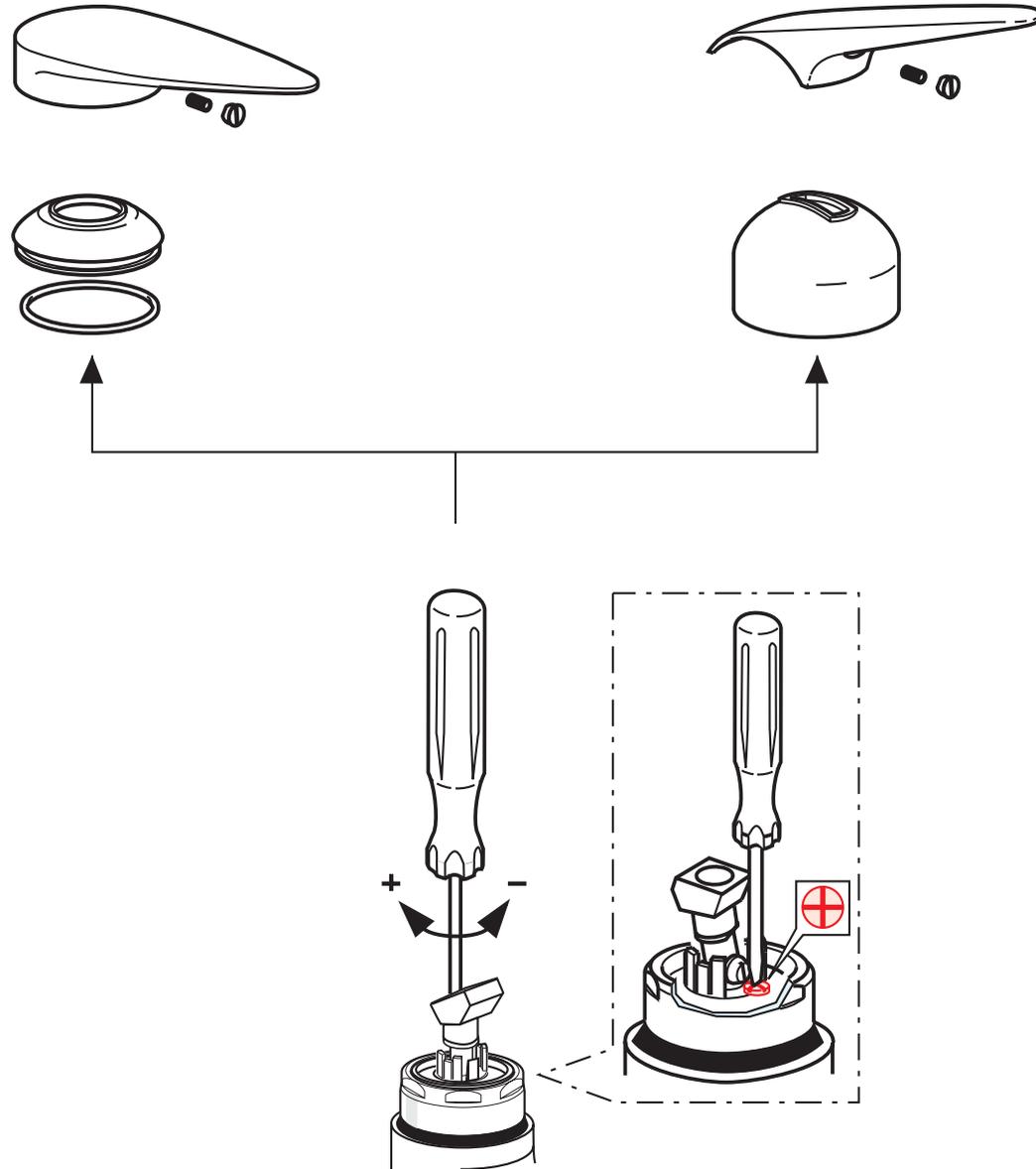


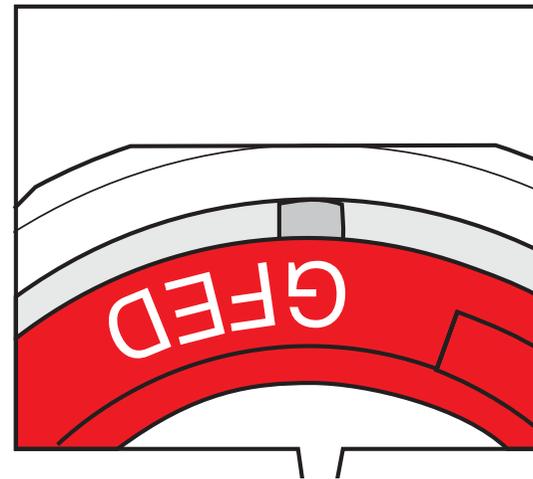
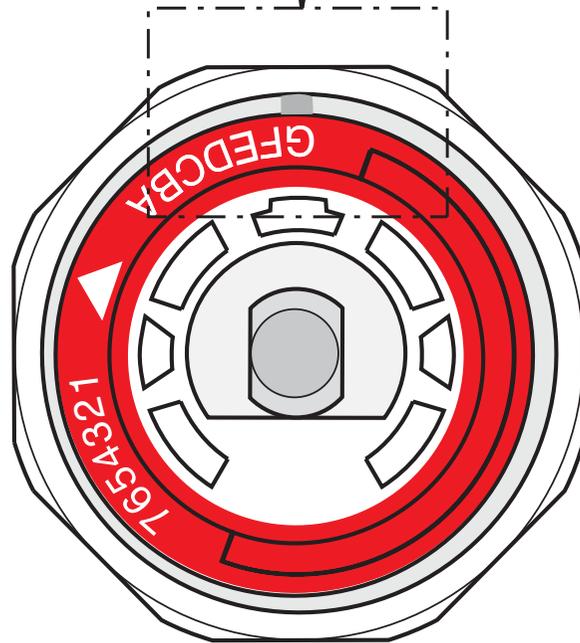
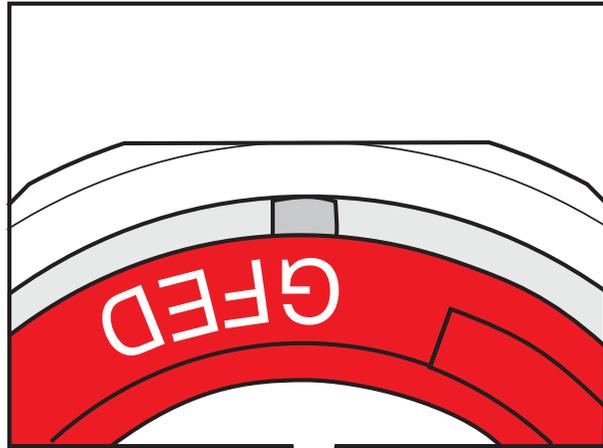
- 1 Kupferleiter (1,2 mm²)
- 2 Selbstregelndes Heizelement
- 3 Isolation aus modifiziertem Polyolefin
- 4 Aluminiumlamierte Folie
- 5 Schutzgeflecht aus verzinnter Kupferlitze
- 6 Schutzmantel aus modifiziertem Polyolefin



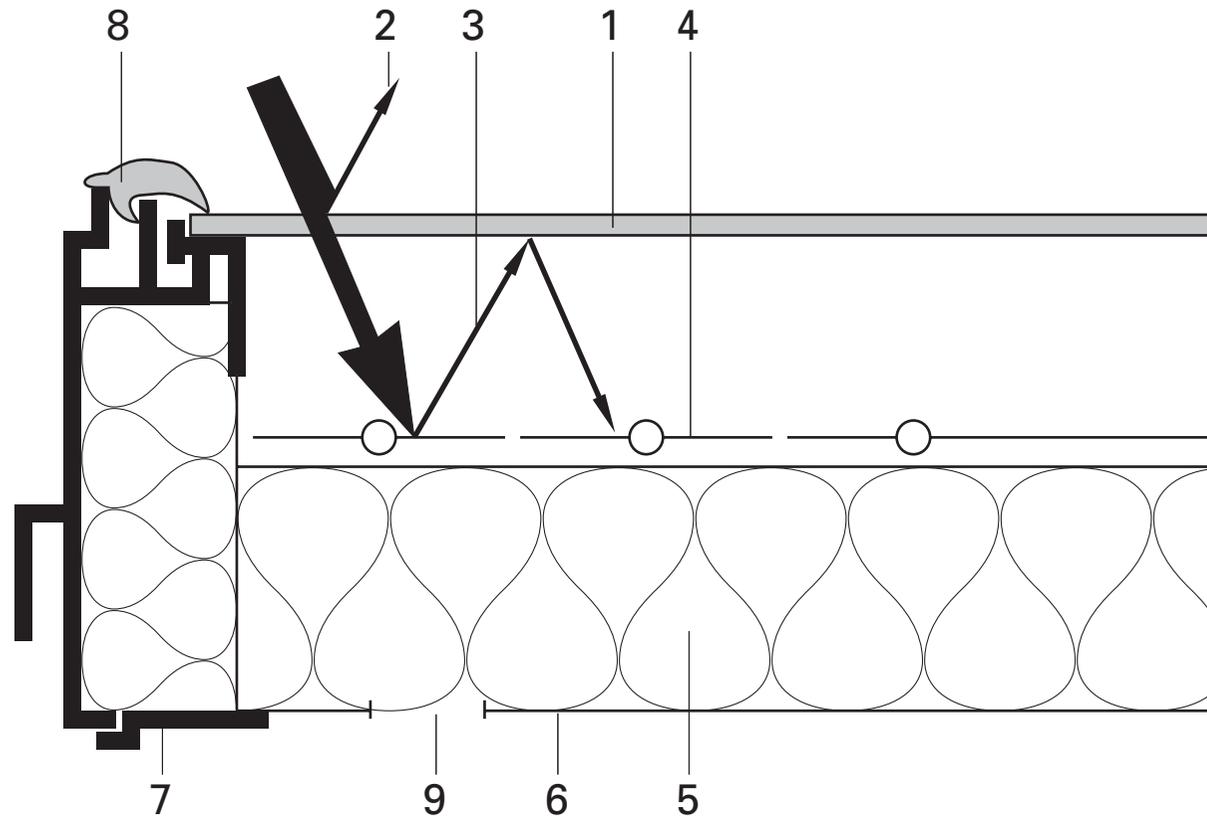












- 1 Transparente Abdeckung
- 2 Von der Abdeckung reflektierte Strahlung
- 3 Vom Absorber reflektierte Strahlung
- 4 Absorber

- 5 Wärmedämmung
- 6 Bodenplatte
- 7 Rahmen
- 8 Dichtung
- 9 Lüftungsöffnung