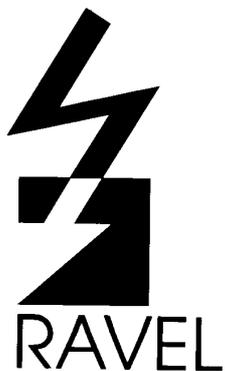


1995 724.349.01 D

# Zukunftsorientierte Warmwasseranlagen

Ergänzung zum Band  
«Elektrische Wassererwärmung»



Bundesamt für Konjunkturfragen

# Mehr

## Warmwasserkomfort

### mit weniger Strom

Haushalte mit Elektro-Wasserwärmern verbrauchen rund einen Drittel bis die Hälfte ihres Strombedarfs für das Warmwasser. Zahlreiche Untersuchungen zeigen, dass das BenutzerInnenverhalten nur zum Teil für die Höhe des Verbrauchs verantwortlich ist. Ein anderer bedeutender Teil wird bei der Planung und Auslegung der Warmwasseranlage bereits vorbestimmt. Ein Team von ausgewiesenen Haustechnik-Fachleuten hat die Warmwasserversorgung systematisch auf Energieverschwendungspotentiale analysiert. Die vorliegende Dokumentation zeigt auf, wo und wie der Warmwasserverbrauch durch Haustechnik-PlanerInnen und Installateure positiv beeinflusst werden kann. Unter dem Gesichtspunkt „Mehr Warmwasserkomfort mit weniger Strom“ werden Fragen beantwortet wie: Auf welche Wassermenge sind die Systeme auszurichten? Welche Wassererwärmer eignen sich für welchen Zweck am besten? Wo lohnen sich Zirkulationsleitungen, und wie werden diese energetisch optimiert? Wie hoch ist die richtige Wassertemperatur? Was ist beim Einsatz von Wärmepumpen zu beachten?

Fallbeispiele aus der Praxis, Wirtschaftlichkeitsrechnungen, Planungshilfen sowie Verbrauchskennzahlen machen dieses Werk zu einem wertvollen Arbeitsinstrument im täglichen Gebrauch. Ein separates Kapitel ist dem Thema „Zukunftsorientierte Warmwasseranlagen“ gewidmet. Dieses zeigt die verschiedenen Möglichkeiten auf, wie nebst den herkömmlichen Erwärmungsarten neue Techniken angewendet werden können. Dazu gehören die bivalente Wassererwärmung, die Vorwärmung des Warmwassers in dezentralen Hochschrankboilern über die Heizung, die Wassererwärmung mit Sonnenkollektoren sowie verschiedene Anwendungen der Wärmepumpentechnik: die Wärmepumpe für grössere, zentrale Anlagen, der Wärmepumpenboiler und die Wärmepumpe zur Deckung der Zirkulationsverluste in Geschäftshäusern.

1995 T24.349.01 D

ISBN.3-9052. .3-24X

RAVEL · ZUKUNFTSORIENTIERTE WARMWASSERANLAGEN

# Zukunftsorientierte Warmwasseranlagen

Ergänzung zum Band  
«Elektrische Wassererwärmung»



Impulsprogramm RAVEL  
Bundesamt für Konjunkturfragen

**Trägerschaft:**

SSIV. Schweizerischer Spenglermeister und Installateur-Verband

INFEL Informationsstelle für Elektrizitätsanwendungen

**Patronatsorganisationen:**

SBHI Schweizerische Beratende Haustechnik- und Energie-Ingenieure

STV Schweizerischer Technischer Verband

SWKI Schweizerischer Verein von Wärme-  
und Klima-Ingenieuren .

VSHL Verein Schweizerischer Heizungs-  
und Lüftungsfirmen

VSSH Vereinigung Schweizerischer Sani-  
tär- und Heizungsfachleute

SSHL Schweizerischer Verband der  
Haustechnik-Fachlehrer

**Arbeitsgruppenleiter**

- Herbert Hediger, Zürich

**Arbeitsgruppe**

- Andreas Fahrni, Breitenbach

- Edgar Graber, Hirsethal

- Roland Lugeon, Burgdorf

- Andreas Probst, Burgdorf

- Paul Simmler, Zürich

**Gestaltung**

Education Design Sepp Steibli, 3006 Bern

Copyright Bundesamt für Konjunkturfragen 3003 Bern, April 1995.

Auszugsweiser Nachdruck mit Quellenangabe erlaubt. Zu beziehen bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale (Best.-Nr. 724.349.01 d)

Form. 724.349.01 d 4.95 2000 U22621

## Inhaltsverzeichnis

I	Einleitung	5
II	Hauptelemente der Warmwasseranlagen	5
III	Versorgungsarten	6
IV	Warmwasserverbrauch	7
V	Bivalente Anlagen	9
VI	Zentrale Warmwasseranlagen mit Wärmepumpen	10
VII	Bivalente Wassererwärmung mit dezentralem Hochschrankboiler	13
VIII	Wärmepumpenwassererwärmer (WPW)	
IX	Wärmepumpe zur Deckung von Zirkulationswärmeverlusten	20
X	Wassererwärmer mit Sonnenkollektoren	25
XI	Zusammenfassung	
	Literaturhinweise	28

## I Einleitung

Haushalte mit Elektro-Wassererwärmern verbrauchen rund einen Drittel bis zur Hälfte des Strombezugs für das Warmwasser. Neue Erkenntnisse aus zahlreichen Untersuchungen zeigen: Das Benutzerverhalten ist nur zum Teil dafür verantwortlich, ob die Energiekosten für das Warmwasser grösser oder kleiner werden. Schon bei der Planung und Auslegung wird ein bedeutender Teil der Energierechnung bereits vorbestimmt.

Mit altbewährten Techniken, eingebaut in innovative Warmwasser-Systeme, kann Energie gespart

## II Hauptelemente der Warmwasseranlagen

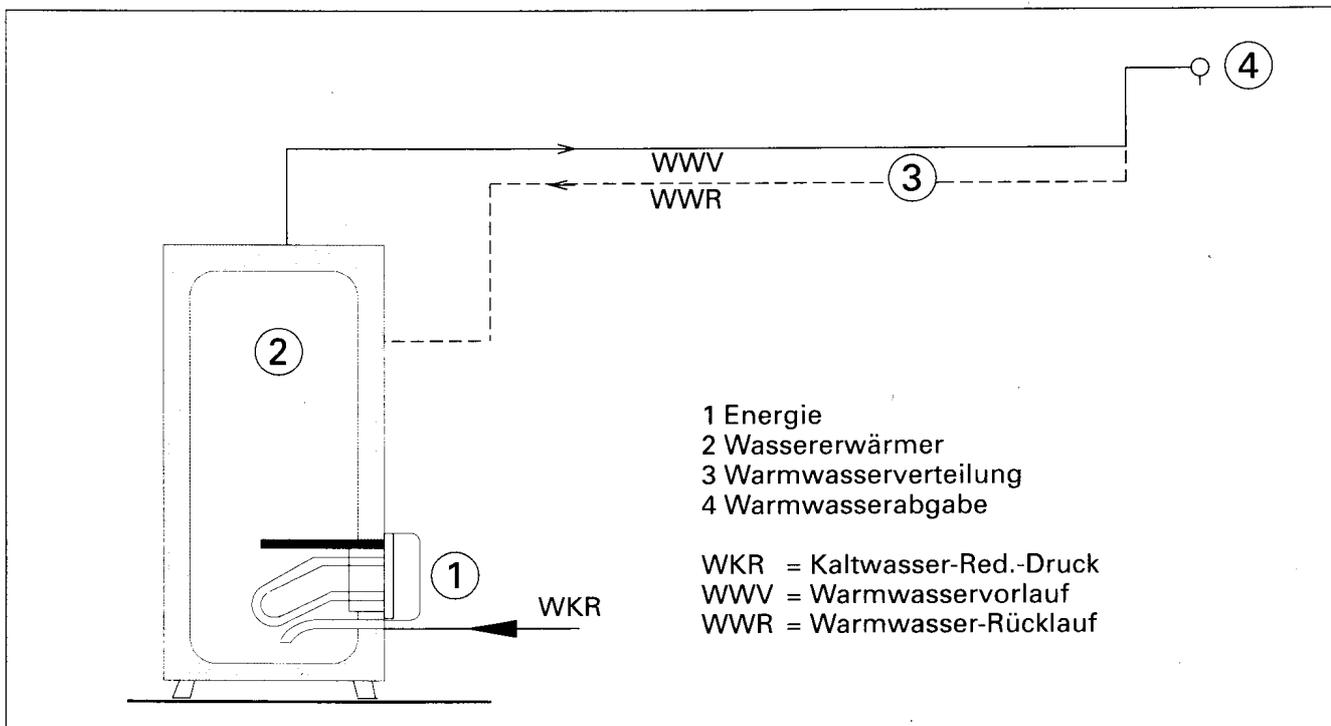
Die vier Hauptelemente einer Warmwasseranlage sind der Energieträger, der Wassererwärmer, die Warmwasserverteilung und die Warmwasserabgabestelle (Bild 1). Diese müssen gut aufeinander abgestimmt sein, um einen sinn-

vollen und wirtschaftlichen Betrieb zu garantieren. Deren Komponenten sind richtig zu berechnen und in das Warmwasser-System einzubauen, damit die Funktion optimal sein kann.

werden. Es braucht dazu etwas mehr Überlegung als bei konventionellen Anlagen. Der Planer darf nicht nur aus der Erfahrungskiste kramen, wenn er zu neuen und guten Lösungen gelangen will. Ganz bestimmt dürfen nur dort Warmwasserentnahmestellen installiert werden, wo sie mindestens einmal im Tag benutzt werden.

In den nachfolgenden Kapiteln werden einige Hinweise und Ideen zu zukunftsorientierten Warmwasseranlagen aufgezeigt.

Bild 1: Hauptelemente eines Wassererwärmers



### III Versorgungsarten

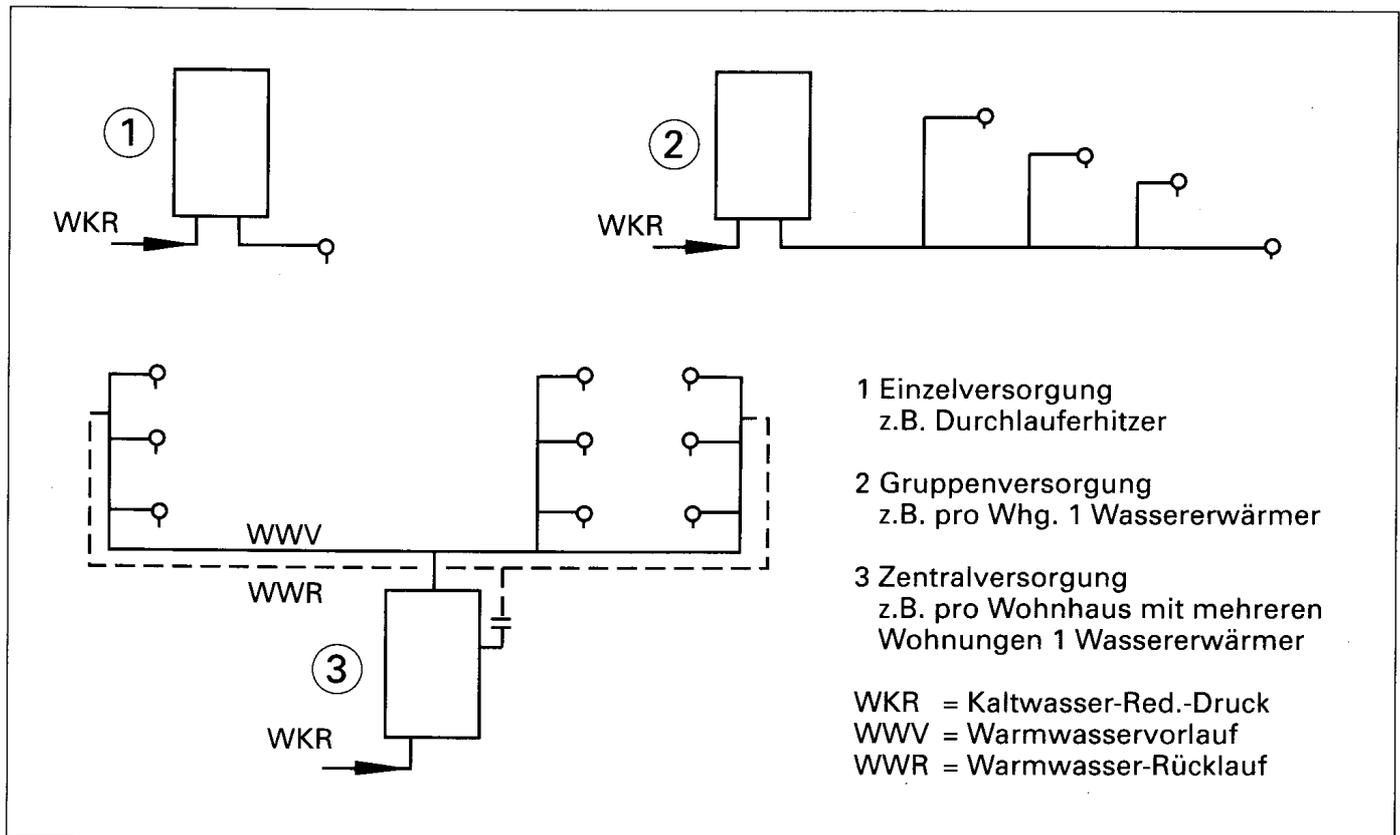


Bild 2: Warmwasser-Versorgungsarten

Die verschiedenen Versorgungsarten sind in Bild 2 dargestellt. Untersuchungen im Wohnungsbau haben gezeigt, dass bei Einzel-, resp. Gruppenversorgungen, weniger Warmwasserverbraucht wird als bei Zentralversorgungen. Dies ist verständlich, wenn man bedenkt, dass bei einer Zentralversorgung Warmwasser unbegrenzt zur Verfügung steht (höherer Komfort). Wird bei der Zentralversorgung der Warmwasserverbrauch pro Wohnung gemessen und abgerechnet, so reduziert sich derselbe, weil der Bewohner seinen Verbrauch auch selber zahlen muss. Mit anderen Worten: nur wenn gemessen wird, wird gespart.

## IV Warmwasserverbrauch

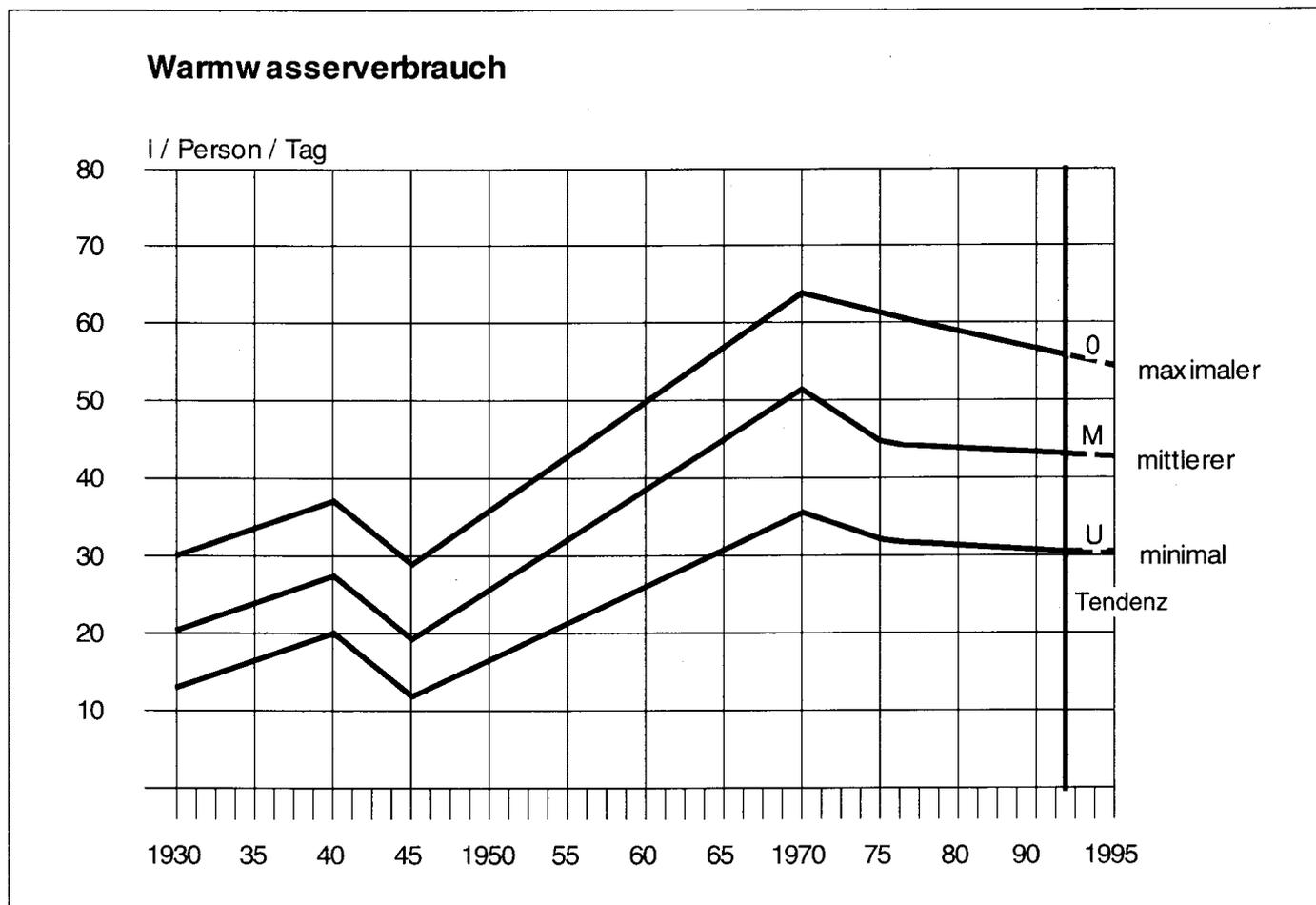


Bild 3:

*Der Warmwasserverbrauch ist in den letzten Jahren zurückgegangen und hat sich stabilisiert.*

Der Warmwasserverbrauch ist in den letzten Jahren eher zurückgegangen und hat sich stabilisiert (Bild 3).

In einem Ravel-Untersuchungsprojekt wurden in Wohnbauten der deutschen und der französischen Schweiz während einem Jahr periodisch Messungen des Warmwasserverbrauchs durchgeführt. Die Messungen bei den erfassten Objekten bestätigen die bisher erkannte starke Streuung der Verbrauchs-Mittelwerte allgemein und auch innerhalb der kategorisierten Verbraucher-Typen (Tabelle 1).

<b>Wohnungs-Standard</b>	<b>Objekt-Streuung</b>	<b>Mittelwerte aller Objekte</b>	<b>nach SIA (Durchschnitte)</b>
gehoben (l/P d)	48 – 72	57 – 63	50 – 60
normal (l/P d)	24 – 74	33 – 57	40 – 50

Tabelle 1:  
Streuung der Warmwasser-Verbrauchsmittelwerte (Angaben in Liter pro Person und Tag (l/P d) bei ca. 60 ° C Warmwassertemperatur)

Bei Anlagen mit uneingeschränktem Warmwasserangebot (Nachladung nach Bedarf) ändert sich die grosse Streuung wenig. Mitverbrauchsabhängiger Verrechnung werden aber deutlich niedrigere Werte gemessen (Tabelle 2).

<b>Wohnungs-Standard</b>	<b>Objekt-Nr.</b>	<b>Art der Verrechnung</b>	<b>Verbrauchsmittelwert (l/P d)</b>	<b>Unterschied %</b>
gehoben	9	nach Verbrauch	48.5	+ 49.7
	14	<b>pauschal</b>	72.6	
normal	5 – 8	n. Verbrauch	32.5 – 38.9	+ 79 – 114
	13	<b>pauschal</b>	69.7	

Tabelle 2:  
Einfluss der verbrauchsabhängigen Verrechnung

Die grosse Streuung der Tages-Verbrauchsmittelwerte bei den einzelnen Wohnungen innerhalb eines Objektes zeigen, dass diese allein für die Auslegung von Warmwasseranlagen ungenügend sind.

Der Bericht zum Untersuchungsprojekt: «<<Warmwasserbedarfszahlen und Verbrauchscharakteristik>> kann bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern (Best. Nr. 724.397.23.58 D) bezogen werden.

## V Bivalente Anlagen

Um ein bivalentes Warmwassersystem handelt es sich, wenn zwei verschiedene Energieträger für die Wassererwärmung eingesetzt werden. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn im Winter das Wasser in Kombination mit der Heizung und im Sommer mit einer anderen Energieart; unabhängig von der Heizung, erwärmt wird. Die Bilder 4 und 5 zeigen zwei mögliche Varianten.

Wird der Wassererwärmer bivalent betrieben, muss er gleich dimensioniert werden wie ein elektrischer Speicher-

wassererwärmer, d.h. das Speichervolumen muss für einen Tagesbedarf im Sommer ausreichen. Dies ist in der Regel beim Heizkessel mit aufgebautem Wassererwärmer (Bild 4) nicht der Fall.

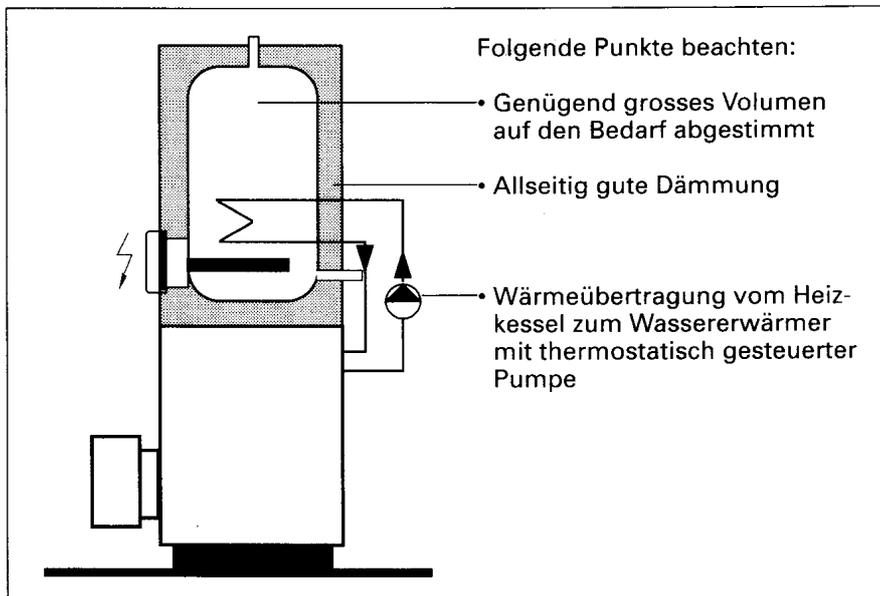


Bild 4:  
Prinzipisches Schema eines Heizkessels mit aufgebautem Wassererwärmer

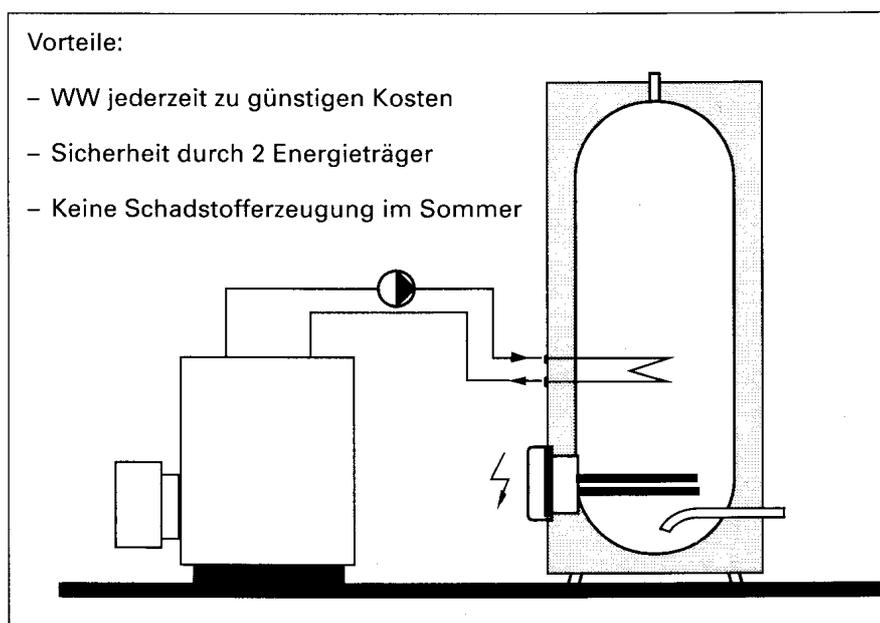


Bild 5:  
Prinzipisches Schema einer getrennten Aufstellung von Heizkessel und bivalentem Wassererwärmer

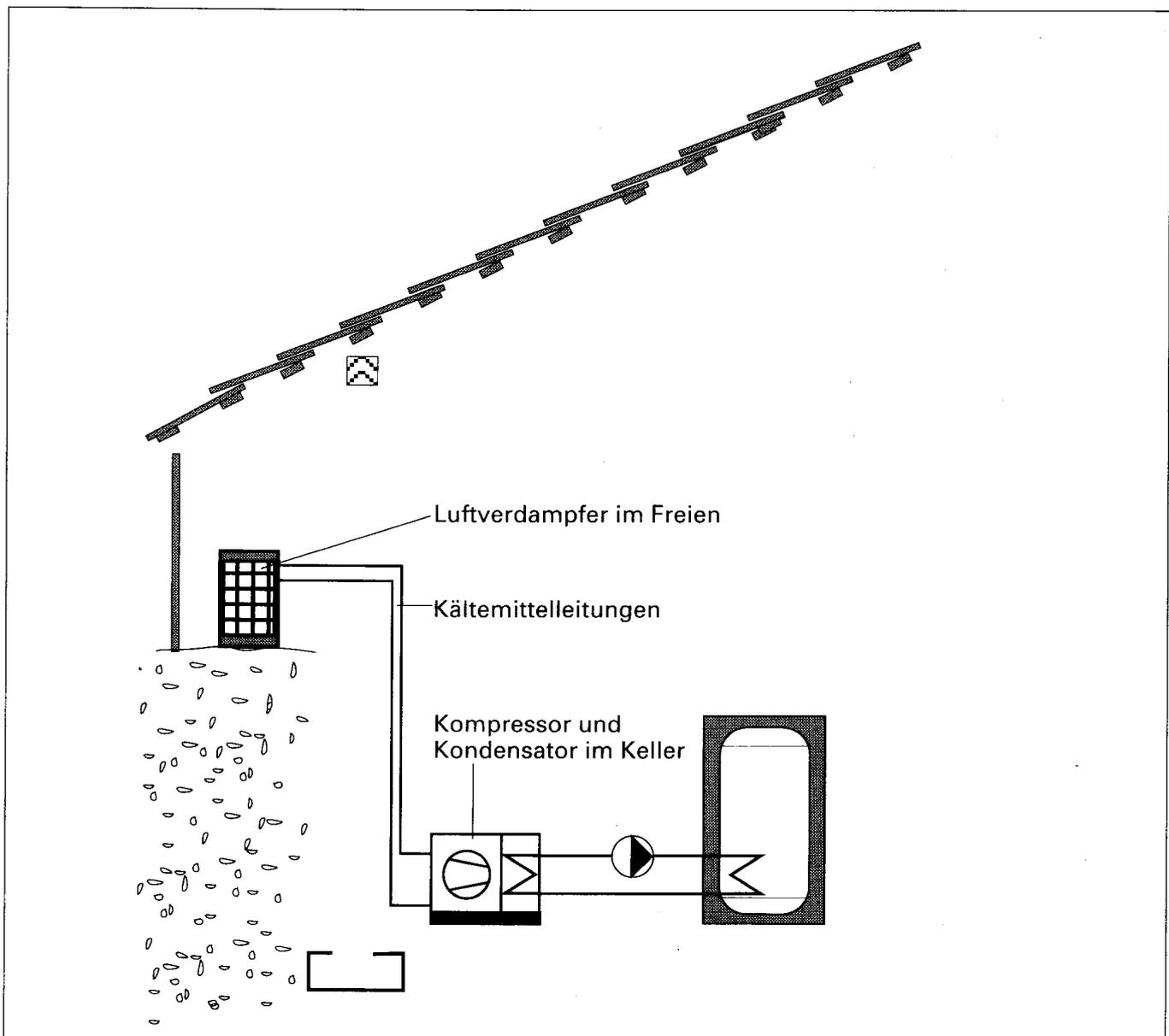
## VI Zentrale Warmwasseranlagen mit Wärmepumpen

Herkömmliche Warmwassersysteme mit fossilen Energieträgern erzielen einen Wirkungsgrad unter 100%. Das heißt, die Nutzenergie ist immer geringer als der Energiegehalt der Brennstoffe: Um 100% Wärme für das Warmwasser zu erzeugen, braucht es rund 120% Brennstoff.

Bei der Wärmepumpe dagegen sieht dieses Verhältnis um ein Vielfaches vorteilhafter aus: 100%

Nutz- und Heizenergie werden mit nur rund 35% Antriebsenergie erzeugt, indem die Wärmepumpe der Umgebung Wärme entzieht, diese auf eine höhere Temperatur bringt und an das Warmwassersystem abgibt. Solche erneuerbare, natürliche Umgebungswärme ist überall verfügbar - in der Luft, im Erdreich und im Wasser. Und sie kann kostenlos oder zu bescheidenen Gebühren genutzt werden.

Bild 6: *Split-Ausführung einer Wärmepumpenanlage für Warmwasser*



### Die Luft/Wasser-Wärmepumpe

Umgebungsluft ist überall in beliebigen Mengen vorhanden und kann problemlos als Wärmequelle genutzt werden, kostenlos und ohne besondere Bewilligung. Luft/Wasser-Wärmepumpen sind sinnvollerweise als bivalente Anlagen zu planen. Bild 6 zeigt eine Luft/Wasser-Wärmepumpenanlage für die Wassererwärmung in Splitausführung, d.h. der Verdampfer ist von den andern Anlagenteilen getrennt aufgestellt.

### Die Sole/Wasser-Wärmepumpe

Die im Erdreich gespeicherte natürliche Wärme lässt sich auf einfache Art nutzen, sei es mit einer oder mehreren vertikalen Erdwärmesonden, die bis rund 100 Meter tief vorgetrieben werden, oder mit einem horizontalen Erdregister, das in rund einem Meter Tiefe frostsicher auf dem Grundstück verlegt wird. Die Nutzung von Erdwärme mittels Erdsonden ist in der ganzen Schweiz, mittels Erdregister in einigen Kantonen, bewilligungspflichtig.

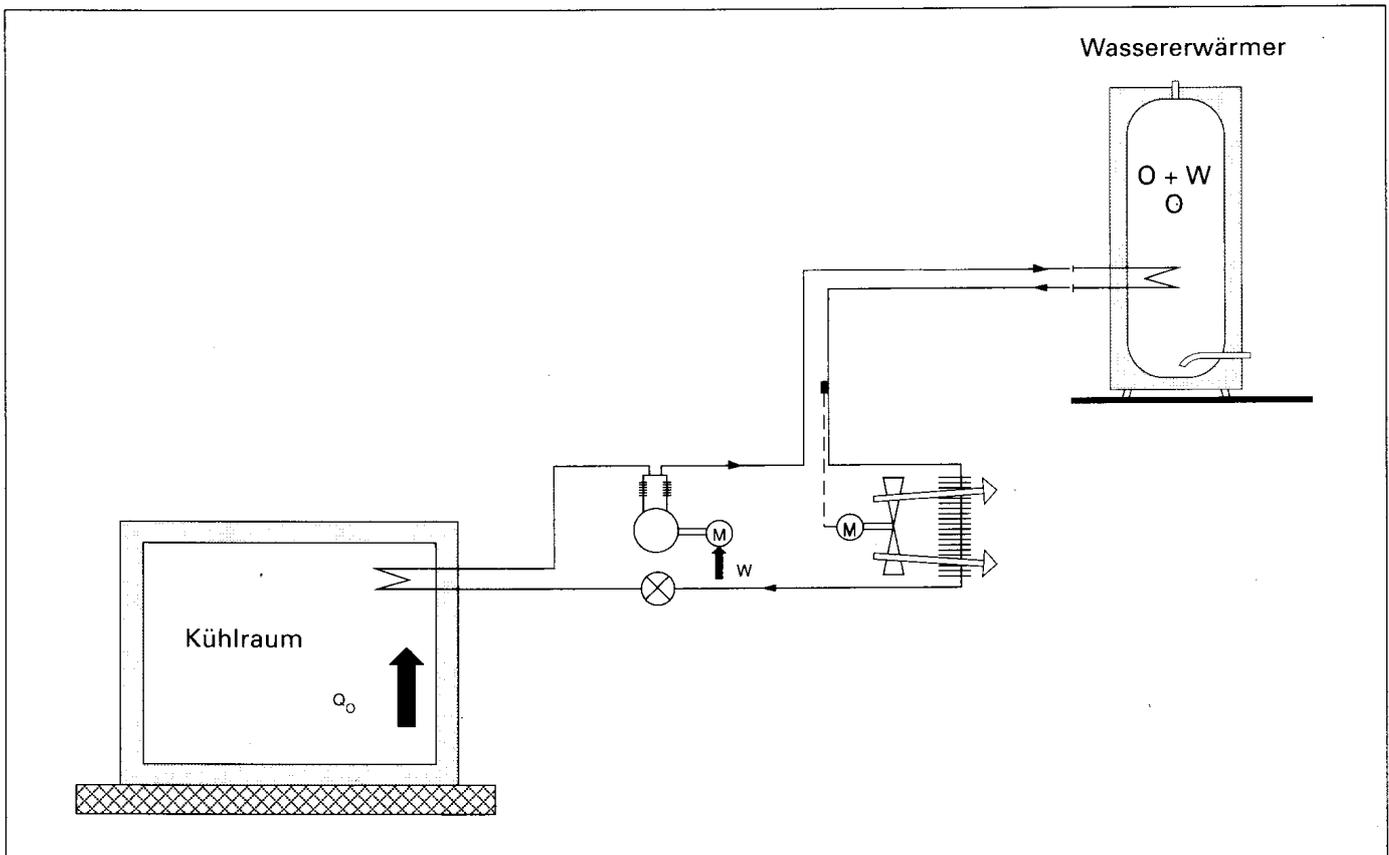
### Die Wasser/Wasser-Wärmepumpe

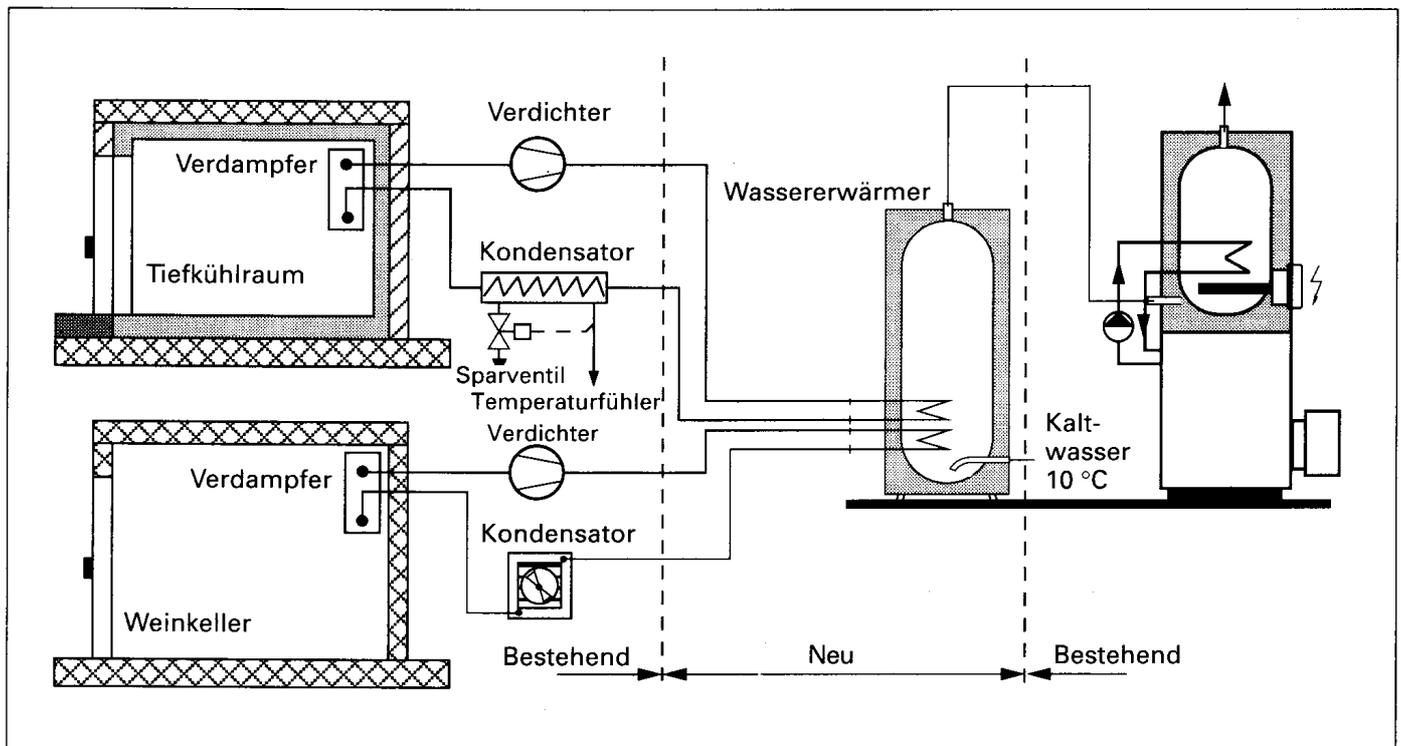
Dank seiner das ganze Jahr hindurch nahezu konstanten Temperatur ist Grundwasser als Wärmequelle für eine Wärmepumpen-Warmwasser-Anlage geeignet. Aber auch Oberflächenwasser aus Seen, Flüssen, Bächen sowie Abwasser können als Energiequelle eingesetzt werden. Der Betrieb einer Wasser/Wasser-Wärmepumpe ist bewilligungspflichtig.

### Wärmequelle Abwärme

In Gebäuden, die von Dienstleistungs- oder gewerblichen Betrieben genutzt werden, ist oft Abwärme vorhanden, die für die Wassererwärmung genutzt werden kann. Mittels Luft/Wasserwärmepumpen kann das Wasser mit gutem Wirkungsgrad erwärmt werden. Die Bilder 7 und 8 zeigen zwei Beispiele solcher Anlagen.

Bild 7: Wassererwärmung durch Wärmerückgewinnung aus dem Kühlraum in der Metzgerei





**Bild 8:**  
Wassererwärmung durch Wärmerückgewinnung aus dem Tiefkühlraum und dem Weinkeller

#### Vorteile einer Wärmepumpe

- schont unsere nur beschränkt verfügbaren Energieressourcen zugunsten von Bereichen, wo sie unersetzlich sind.
- nutzt die überall vorhandene Umweltenergie und erzielt damit einen einzigartigen Wirkungsgrad
- verursacht keine Umweltbelastungen, wie sie durch das Verbrennen fossiler Energieträger entstehen
- ist nicht von der unsicheren Entwicklung der Fördermengen und Preise von Erdöl abhängig
- reduziert die zu transportierende Ölmenge und damit auch die erheblichen Risiken dieser Form des Energieträgertransports

Bei der Evaluation gilt es, eine Reihe verschiedener Faktoren zu berücksichtigen:

- Welche Wärmequellen können am vorgesehenen Standort genutzt werden ?
- Ist die Nutzung der Energiequelle bewilligungspflichtig ?
- Welche baulichen Konsequenzen sind zu erwarten ?
- Welche Wärmepumpe liefert die beste Arbeitszahl und die günstigsten Betriebskosten ?

## VII Bivalente Wassererwärmung mit dezentralem Hochschrankboiler

Mehrfamilienhäuser sind mehrheitlich mit einer zentralen Wassererwärmung ausgestattet, welche fast durchwegs eine Zirkulation im dazugehörigen Steigleitungsnetz benötigt und mit entsprechenden Verlusten verbunden ist. Eine individuelle Kostenabrechnung, die erfahrungsgemäss viel zum sparsamen Gebrauch des Warmwasser beiträgt, ist nur mit erheblichem Aufwand möglich.

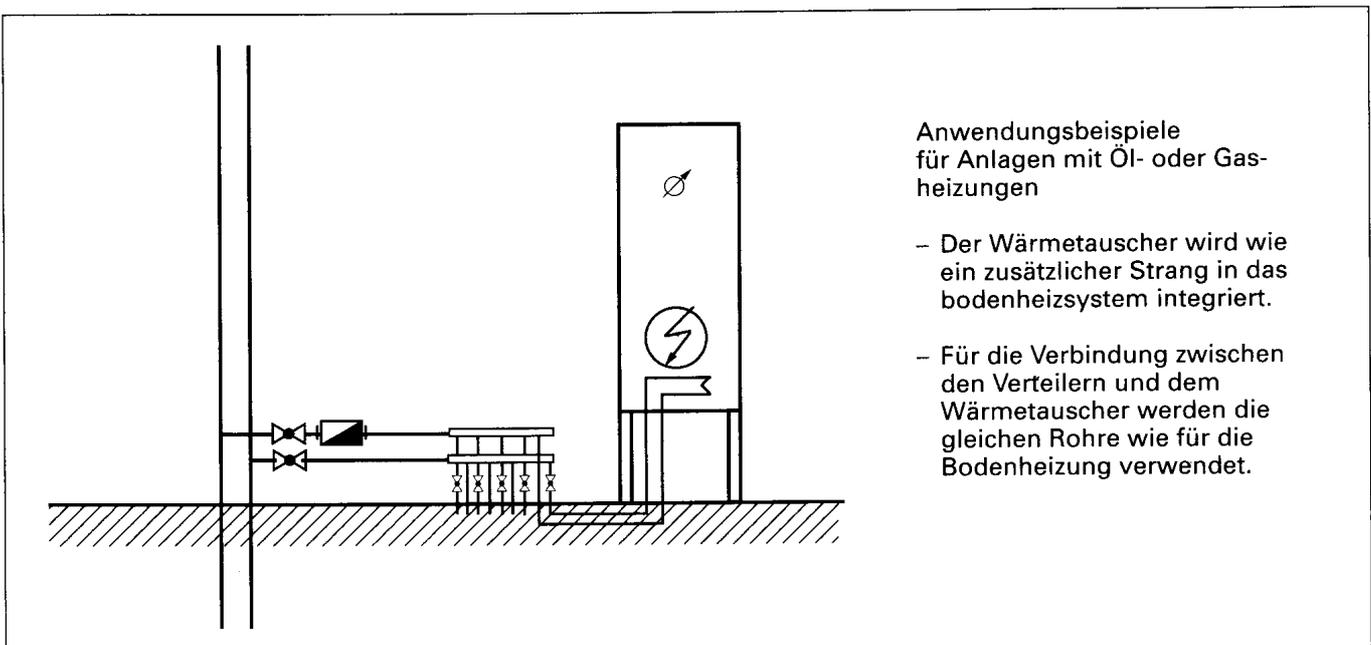
Der dezentrale Elektrowassererwärmer hat diese Nachteile nicht und erzeugt das Warmwasser zudem umweltfreundlich. Sein Nachteil ist der höhere Energiepreis gegenüber Öl und Gas. Eine weitere starke Zunahme des Elektrowassererwärmers ist jedoch von den Stromlieferanten nicht ohne weiteres zu verkräften, könnten doch vor allem in den kalten Jahreszeit unerwünschte Belastungsspitzen auftreten. Eine Entlastung des Netzes bei tiefen Aussen-temperaturen ist willkommen und ermöglicht ohne weiteren Netzausbau den Anschluss weiterer Elektrowassererwärmer.

Das Funktionsprinzip geht aus Bild 9 hervor: Ein dezentral in jeder Wohnung platzierter Hochschrankboiler wird mit einem Wärmetauscherversehen, welcher parallel der Boden- oder Radiatorenheizung zugeschaltet ist. Der Hochschrankboiler wird mit dem Heizungswasservorgewärmt und in der Niedertarifzeit mit einem elektrischen Heizeinsatz auf das notwendige Temperaturniveau gebracht. Bei tiefer Aussen-temperatur wird der Anteil der Vorwärmung grösser und das Stromnetz am meisten entlastet. Ausserhalb der Heizperiode wird das Wasser ausschliesslich elektrisch erwärmt.

Dieser Sachverhalt bildete die Ausgangslage für ein Pilotprojekt, das die Energiefachstelle des Kantons Zürich in Zusammenarbeit mit den Elektrizitätswerken des Kantons Zürich (EKZ) durchgeführt hat.

Bild 9: Wohnungsverteilung einer bivalenten Wassererwärmung mit dezentralem Hochschrankboiler

### Funktionsprinzip



**Zusammenfassung der Messergebnisse**

Während der Heizperiode (September bis April) wurden etwa 50% der Energie für die Wassererwärmung aus der Heizung entnommen. Auf das ganze Jahr bezogen sinkt dieser Anteil auf etwa 35%.

Bild 10 zeigt den Stromanteil der Wassererwärmung in Abhängigkeit der Aussentemperatur. Mit abnehmender Aussentemperatur nimmt der Anteil der Wärme aus dem Heizungsnetz kontinuierlich zu.

**Zufriedene Benützer**

Im Anschluss an die Messungen wurde bei den Bewohnern eine Umfrage gemacht, ob sie mit der Wassererwärmung zufrieden seien. Die Umfrage fiel grundsätzlich positiv aus. Sie hat ergeben, dass bei weiteren Anlagen die Bewohner die Möglichkeit haben müssen, den Elektroheizeinsatz auch tagsüber manuell zuzuschalten. Die heutigen Lebensgewohnheiten lassen den Warmwasserverbrauch manchmal unvorhergesehen ansteigen.

Der absolute Stromanteil, der mit diesem System durch Heizwärme aus der Zentralheizung ersetzt werden kann, ist von verschiedenen Parametern abhängig:

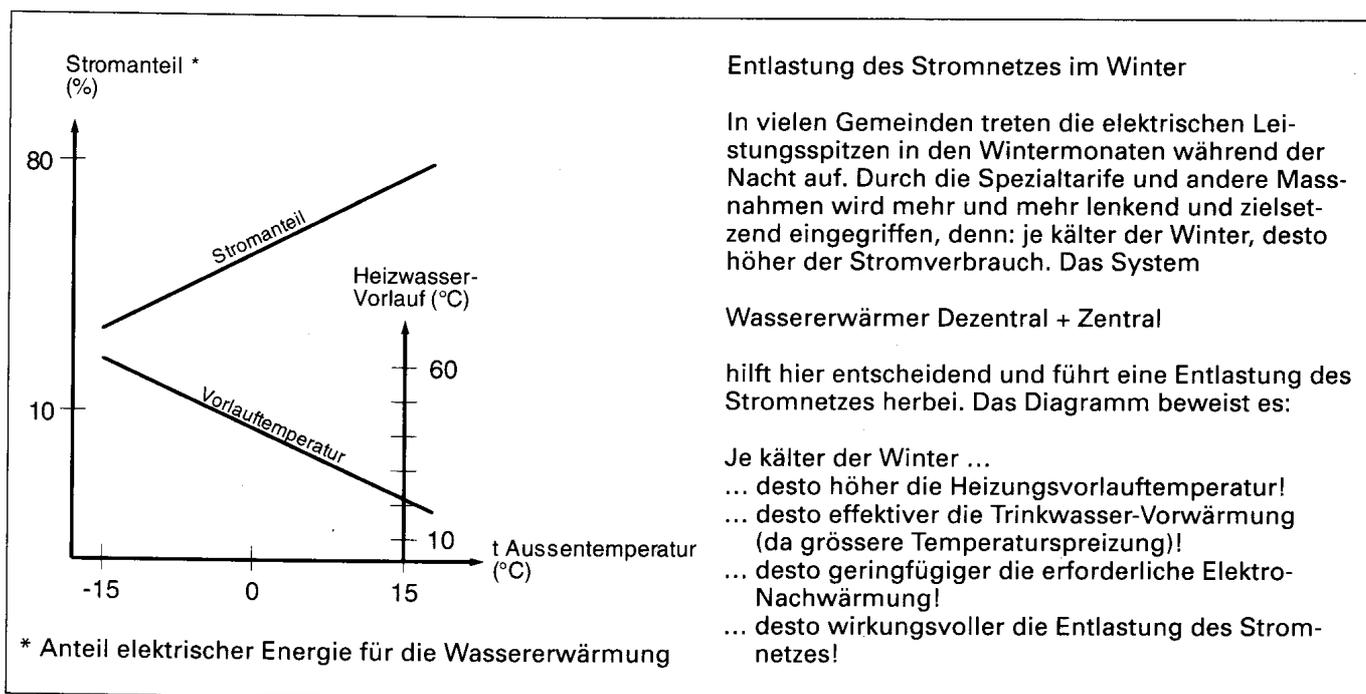
- Höhe der Warmwassertemperatur

- Art des Heizsystems und die damit verbundene Vorlauftemperatur
- Benutzerverhalten, d.h. die Verbrauchsspitzen hauptsächlich am Morgen und am Abend
- Inhalt des Hochschrankboilers

**Wirtschaftlichkeit**

Die Mehrkosten für die Wärmetauscher und den Heizanschluss betragen pro Wohnung rund Fr. 900.-. Andererseits sind die Energiekosten gegenüber einem normalen Elektrowassererwärmer pro Wohnung und Jahr um rund Fr. 60.- tiefer. Die Jahreskosten sind bei einer Abschreibungsdauer von 20 Jahren (unter Berücksichtigung der Energiepreisteuerung) etwa gleich.

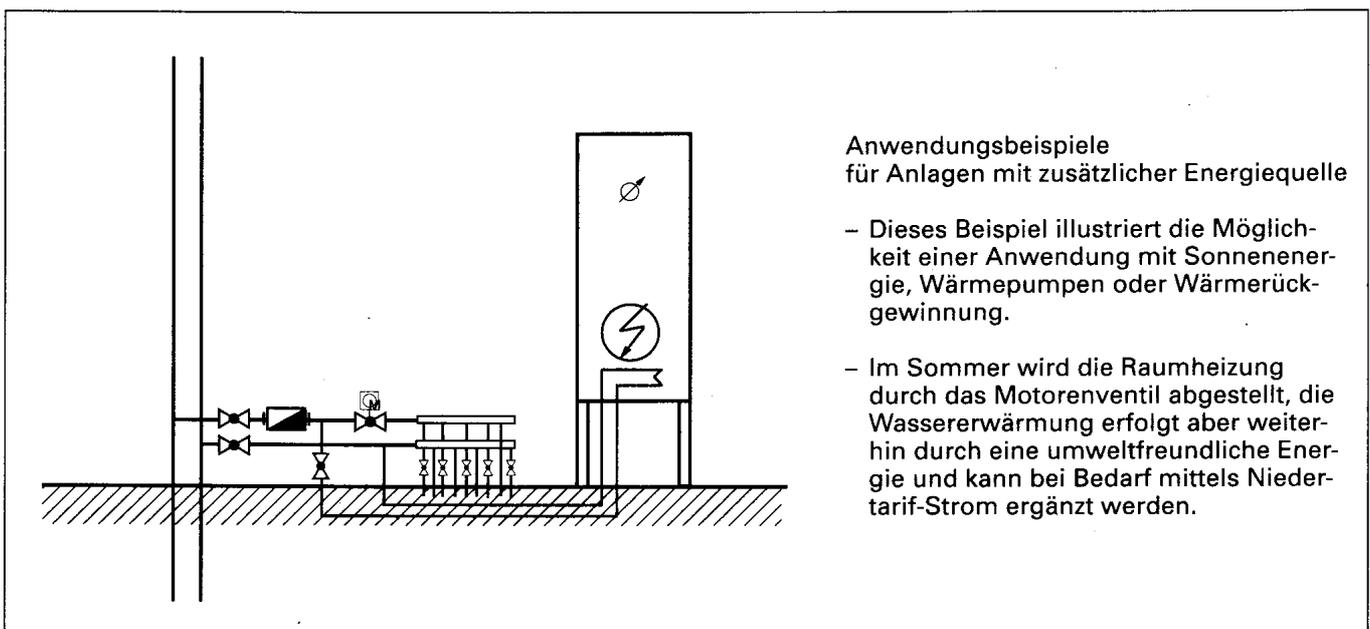
Bild 10: Verlauf des Stromanteils für die Wassererwärmung mit der Heizung kombiniert



### Ein flexibles System

Mit der bivalenten Wassererwärmung im Hochschrankboiler wird die Wassererwärmung äusserst flexibel. Es ist für die Funktion des Systems unerheblich, mit was für einem Heizsystem die Vorwärmung des Warmwassers erfolgt. Wird das Objekt mit einer Wärmepumpe beheizt, wird auch das Warmwasser mit einem Anteil Energie aus der Umwelt über das ganze Jahr erwärmt (Bild 11). Auch eine Sonnenkollektoranlage könnte direkt in

die Heizverteilung integriert und mit dem gleichen System für die Wassererwärmung benützt werden. Die dafür notwendigen Wärmespeicher sind in Form der dezentralen Hochschrankboiler bereits vorhanden. So kann im Winter, kombiniert mit der Heizung, das Wasser in den dezentralen Boilern erwärmt werden und im Sommer mit erneuerbarer Energie.



**Bild 11:**  
*Bivalente Wassererwärmung mit dezentralem Hochschrankboiler. Im Sommer Vorwärmung über erneuerbare Energie.*

### Komponenten bereits auf dem Markt

Die ersten Schritte sind in der Zwischenzeit bereits realisiert worden. Die Projektidee wurde vom Handel und von Herstellern aufgenommen und weiterentwickelt. Anfang 1993 wurden die ersten Hochschrankboiler mit Wärmetauschern an der <<Swissbau>> in Basel vorgestellt (Tobler AG, Urdorf ZH; Cipag SA, Puidoux-Gare VD; Domotec AG, Aarburg; Friap, Bern).

Bild 12 zeigt einen aufgeschnittenen Hochschrankboiler mit einem Wärmetauscher. Dieser ist gut zugänglich im Bodenflansch eingebaut und befindet sich somit im kältesten Bereich des Wassererwärmers. Die hier gegebene grosse Temperaturdifferenz gewährleistet eine möglichst gute Wärmeübertragung. Kann der Hochschrankboiler nahe dem Bodenheizungsverteiler platziert werden, ist der Anschluss des Wärmetauschers an die Heizung besonders einfach und kostengünstig.

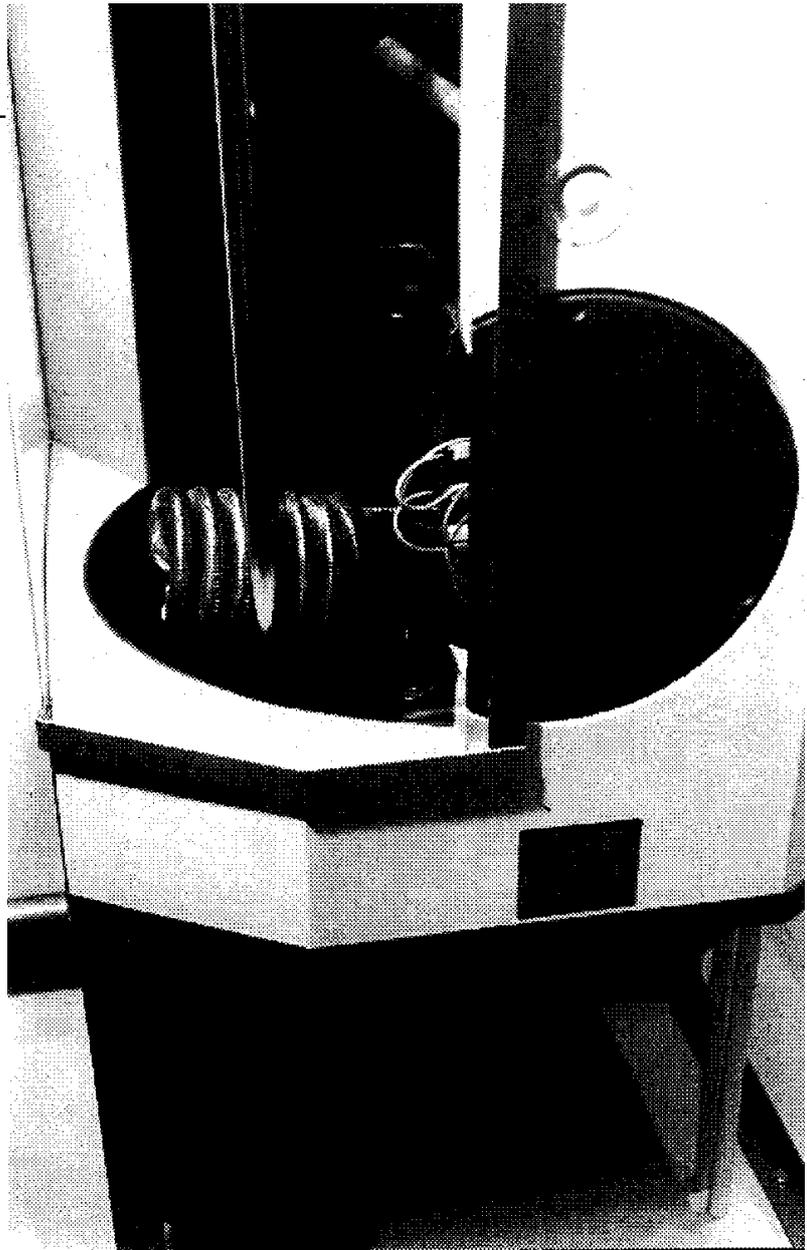


Bild 12:

Schnitt durch einen Hochschrankboiler mit eingebautem Wärmetauscher für die Wassererwärmung

## VIII Wärmepumpenwassererwärmer (WPW)

### Funktionsbeschreibung

Ein WPW besteht aus einer Luft-Wasser-Wärmepumpe und einem Warmwasserspeicher. Das Gerät ist für die Erwärmung von Frischwasser auf ca. 50-55 °C ausgelegt. Durch die Nutzung der Umgebungswärme (Verlustwärme) braucht ein WPW nur ca. 30-45% des Energiebedarfs eines vergleichbaren Elektrospeichererwärmers. Bild 13 zeigt die Energiebilanz und Bild 14 den Aufbau eines WPW.

Einen grossen Einfluss auf die Energiebilanz eines WPW sowie eines Elektro-Wassererwärmers haben die Bereitschaftsverluste. Diese Verluste sind im Gegensatz zu den anderen Werten nicht von der Nutzwärme abhängig. Das heisst auch, dass eine Energiebilanz oder Kostenbetrach-

tung immer vom zugrundeliegenden Warmwasserverbrauch (Nutzwärme) abhängig ist.

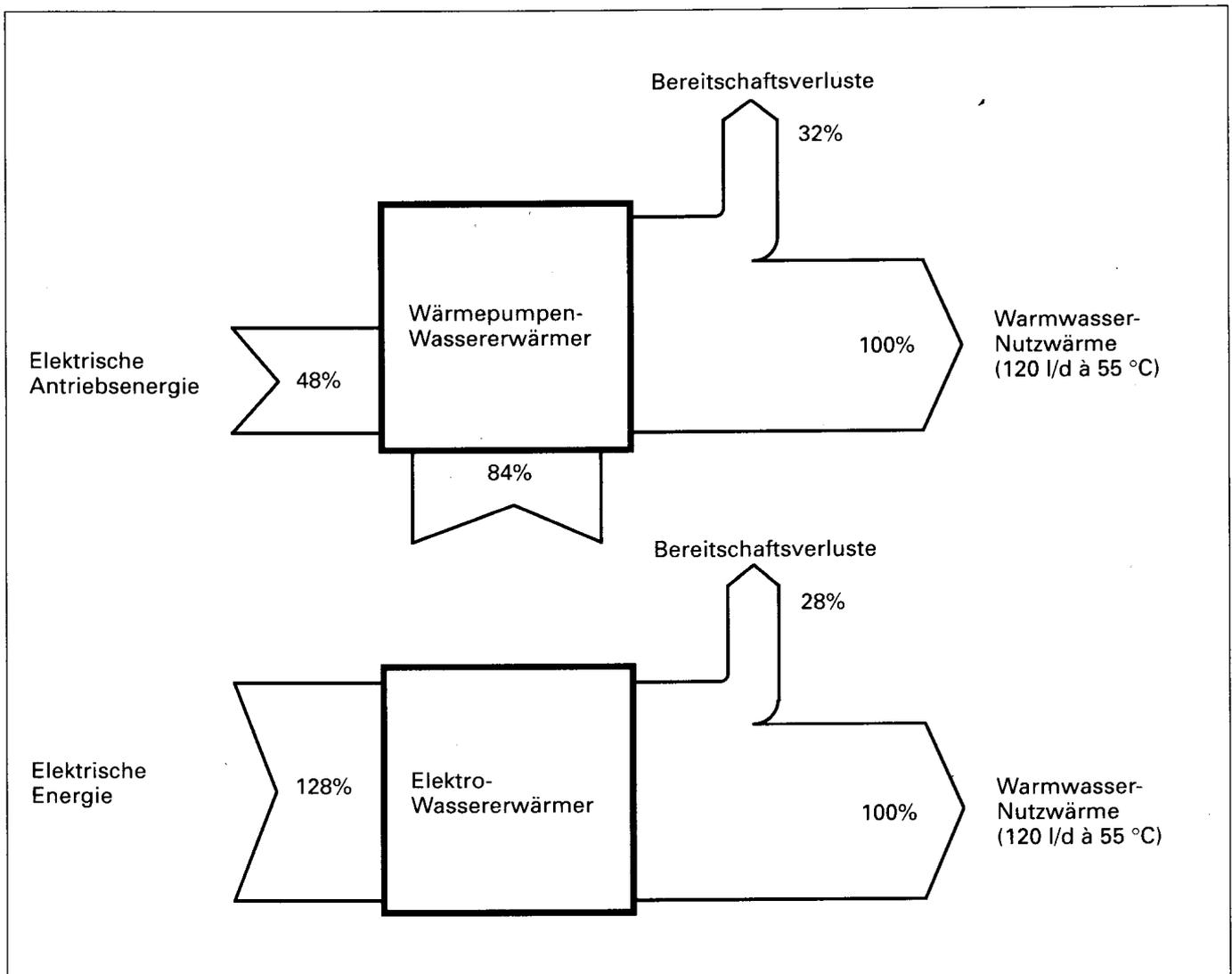


Bild 13:  
Beispiel einer Energiebilanz eines Wärmepumpen-Wassererwärmers und eines Elektro-Wassererwärmers für einen Dreipersonen-Haushalt

Allgemein haben die auf dem Markt verfügbaren Geräte technisch und vor allem punkto Wirkungsgrad einen hohen Stand erreicht. Zur Standardausrüstung eines WPW gehört meist auch ein Elektroeinbauelement, das bei Umgebungstemperaturen von unter 7-8° C (Funktionsgrenze der WP) automatisch eingeschaltet wird.

**Verlustwärme oder Wärmediebstahl ?**

Als Wärmequelle für WPW sollte im Winter Abwärme (Verlustwärme) dienen. Es dürfen keine Räume und Gegenstände abgekühlt werden, deren Erwärmung kostenpflichtige Energie erfordert. Dies wäre Wärmediebstahl und keine Abwärmenutzung. Verlustwärme ist diejenige Wärme, welche bei einem Prozess entsteht und nicht unmittelbar oder technisch sinnvoll für denselben genutzt werden kann. In bestehenden Gebäuden mit nicht oder schlecht isolierten Decken und Heizkesseln ist der Einsatz von WPW nicht zu empfehlen, weil sie

der Heizung und den beheizten Räumen Wärme entzieht.

Beispiele für Verlustwärmequellen sind:

- Wärmeabgabe von Tefkühlern, Kühlschränken, Waschmaschinen
- Wärmeverlust von beheizten Räumen bei gut isolierten Wänden und Decken
- Wärmeverlust aus Tefgaragen
- Wärmeverlust von einwandfrei isolierten Heizungsanlagen und Verteilleitungen.

Bei einwandfrei isolierten Wärmequellen ist der Mehrverlust durch den Betrieb des WPW vernachlässigbar. Die Verlustwärme muss im Minimum der aufgenommenen Umgebungswärme des WPW entsprechen.

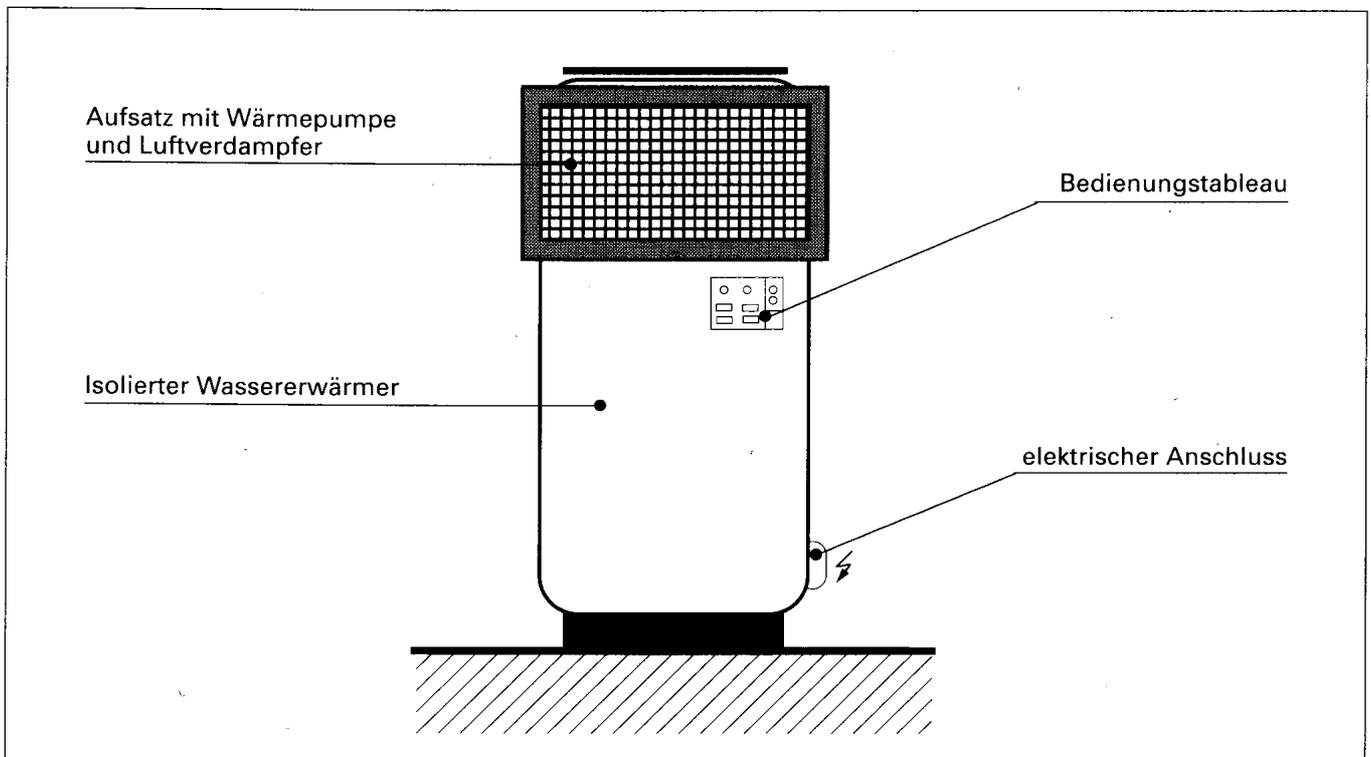


Bild 14: Wärmepumpen-Wassererwärmer

## Planungshinweise

### *Einsatzgebiet*

Das Einsatzgebiet von WPW reicht vom EFH bis zu Objekten mit drei bis vier Wohnungen. Bedingung für den Einsatz ist eine im genügenden Ausmass vorhandene Verlustwärme. Ein WPW ist vor allem als Ersatz für Elektrospeichererwärmer interessant. Als Variante ist auch ein reiner Sommerbetrieb möglich, wobei ein WPW mit Zusatzwärmetauscher für einen Heizungsanschluss eingesetzt wird.

### *Betrieb und Aufstellungsort*

Der geeignete Standort für einen WPW ist ein Raum, in welchem Verlustwärme anfällt. Bei einem Raum ohne grosse Verlustwärme ist es wichtig, dass der Wärmefluss gegen Erdreich und Aussenluft auch eingedämmt wird. Speziell bei Heizräumen ist die natürliche Heizraumlüftung im Winter soweit als möglich zu unterbinden (minimale Zuluftöffnung, mit Rohr oder Kanal zum Heizraumboden geführt).

Die Wände und Decken des Aufstellungsortes sind gegen beheizte Räume auf jeden Fall gut zu isolieren. Die Raummasse sollte genügend gross sein, um als Speicher zu wirken. Das heisst, der Raum sollte über mindestens 40 m<sup>2</sup> von innen unisolierte Wände und Böden verfügen. Für den Sommer sollte ein Fenster vorhanden sein, um die wärmere Aussenluft nutzen zu können.

Speziell bei Umbauten ist darauf zu achten, dass die Warmwasser-Anschlussleitungen nicht zu lang werden. Bei zu langen Leitungen werden die Ausstossverluste vergrössert und der Komfort verschlechtert. Hier kann eventuell ein Splittgerät helfen. Im weiteren sind beim Aufstellungsort folgende Punkte zu beachten:

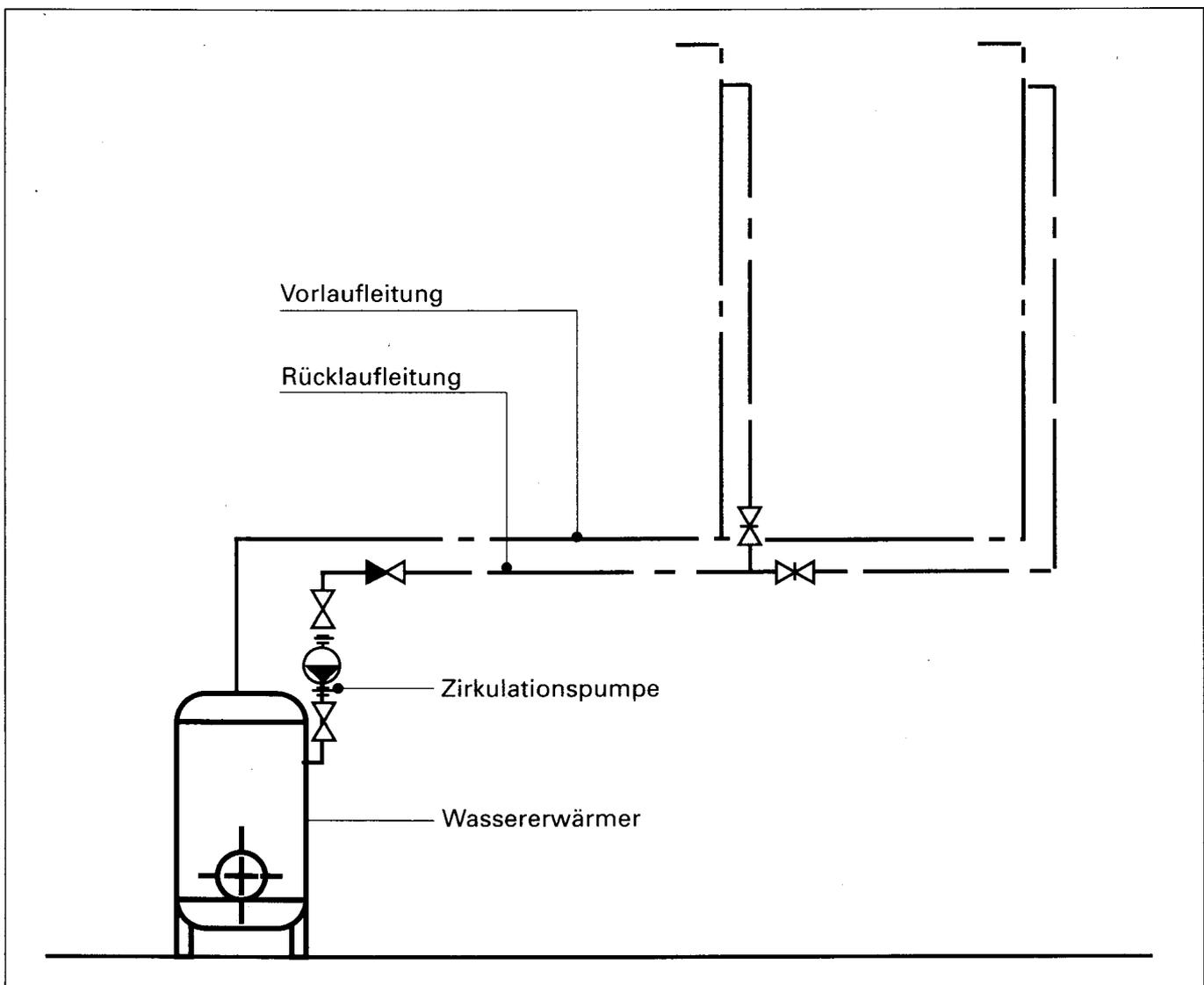
- Geräuschentwicklung
- Kondensatwasser-Ablauf
- Luftumwälzung (Staub, Verschmutzung)
- Wandabstände für Luftumwälzung und Wartung

Die Betriebszeit des WPW kann mittels Zeitschaltuhr oder Rundsteueranschluss auf die Niedertarifzeit beschränkt werden, sofern die Leistung des WPW genügend gross ist. Evtl. kann nach Absprache mit dem EW die übliche Ladezeit von z.B. 4 Std. verlängert werden. Neben den tiefen Energiekosten verhindert die Nachtladung auch ein ständiges Nachladen der WPW und damit eine schlechtere Leistungszahl. Auch sind die Wärmeverluste des WPW nicht dauernd voll wirksam.

## IX Wärmepumpe zur Deckung von Zirkulationswärmeverlusten

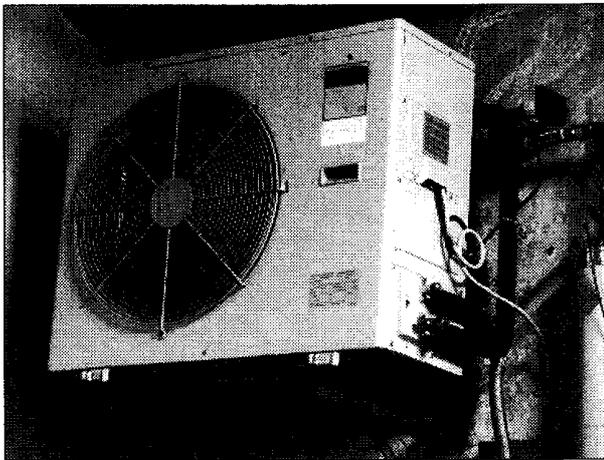
Eine Warmwasser-Zentralversorgung ist in der Regel mit einem Zirkulationssystem versehen, um bei den Zapfstellen bei Bedarf sofort warmes Wasser zur Verfügung zu haben (Bild 15). In Geschäftshäusern mit weitverzweigten Zapfstellen und kleinem Warmwasserverbrauch sind die Zirkulationsverluste oft grösser als der Energiebedarf für die eigentliche Wassererwärmung. Diese Wärmeverluste

müssen ersetzt werden. Normalerweise geschieht dies durch Erwärmung des Wassers im Wassererwärmer.



*Bild 15:  
Schematische Darstellung einer konventionellen Warmwasserversorgung mit Zirkulation. Die Zirkulationsverluste werden mit dem Wassererwärmer gedeckt.*

Eine energetisch gute Lösung ist die Deckung der Zirkulationsverluste durch eine direkte Erwärmung mit einer Wärmepumpe in das Zirkulationssystem (Bild 17 zeigt das Funktionsprinzip). Diese Wärmepumpe ist an einem Ort aufzustellen, wo Verlustwärme anfällt, zum Beispiel in einer Tiefgarage. Diese Wärmepumpe in der Tiefgarage sollte nicht weit von der Warmwasser-Zirkulationsleitung entfernt, unterhalb der Decke montiert sein (Bild 16).



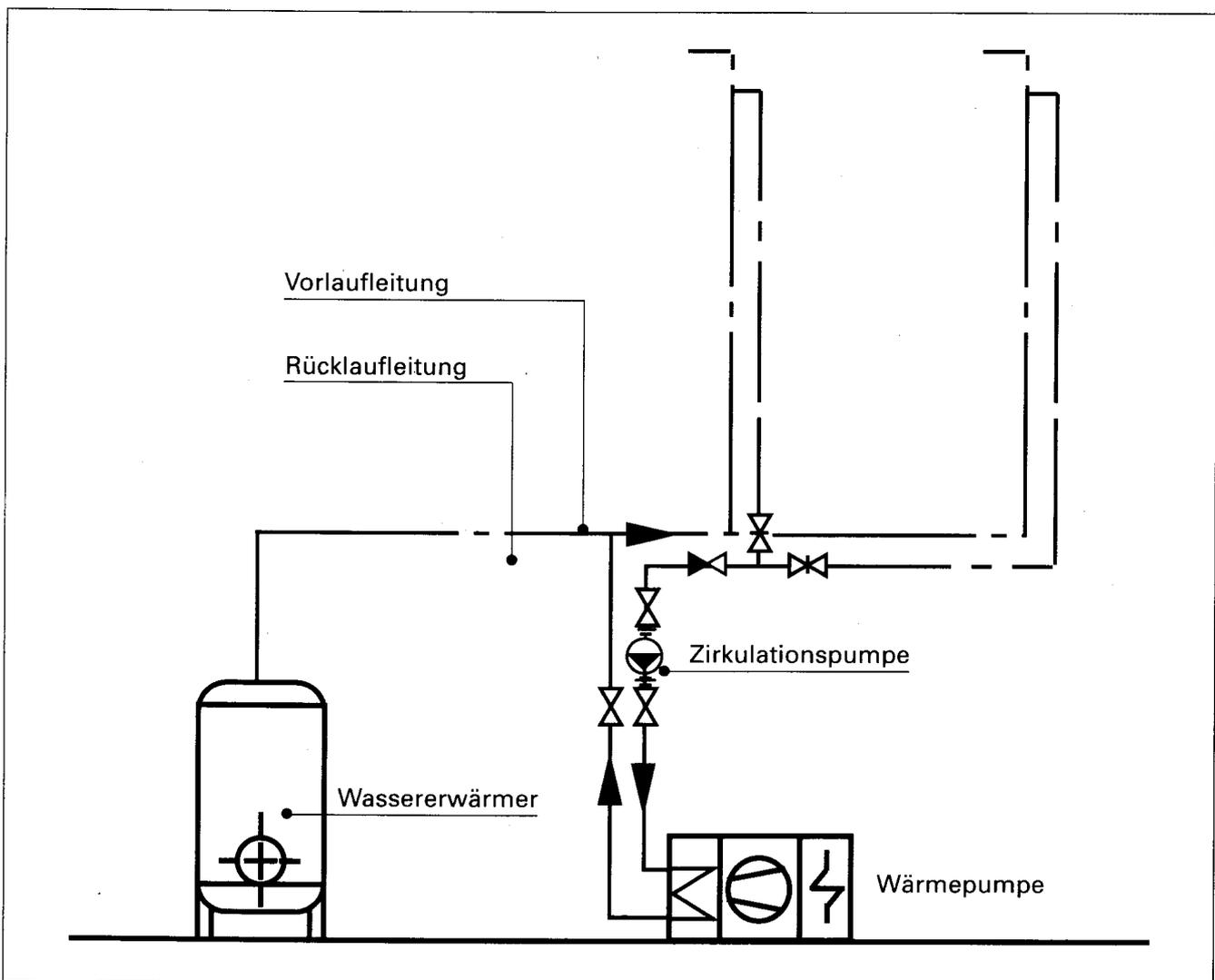
*Bild 16:  
Unter der Decke der Tiefgarage montierte Wärmepumpe.*

**Die Wärmepumpe funktioniert nach zwei Prinzipien**

Bild 18 zeigt das hydraulische Funktionsprinzip. Tagsüber, im sog. Zirkulationsbetrieb, wird die WP lediglich zur Deckung der Zirkulationswärmeverluste eingesetzt. d.h. das sich im Warmwasserverteilnetz abkühlende Wasser wird durch die WF ohne den Speicher zu durchströmen, wieder erwärmt. Die WP wird durch den zur WP-Steuerung

gehörenden eingebauten Thermostat ein- und ausgeschaltet. Erst bei Verbrauch an einer Zapfstelle fließt WW aus dem Speicher ins WW-Netz.

Die Schichtung im Speicher wird dadurch, dass keine Zirkulationsleitung hinausführt, nicht gestört, und das Volumen kann optimal ausgenutzt werden.



*Bild 17:  
Schematische Darstellung einer Wassererwärmungs-  
Anlage mit Deckung der Zirkulationsverluste über eine  
Wärmepumpe.*

Nachts dient die WP zum Laden des Speichers. Die Zirkulationsumwälzpumpe wird durch eine Zeitschaltuhr aus- und die Ladepumpe eingeschaltet. Die WP wird nach wie vor durch ihren eingebauten

Thermostaten gesteuert: Erreicht die Eintrittstemperatur in den Kondensator den eingestellten Sollwert (was bedeutet, dass der Speicher durchgeladen ist), stellt der Kompressor ab.

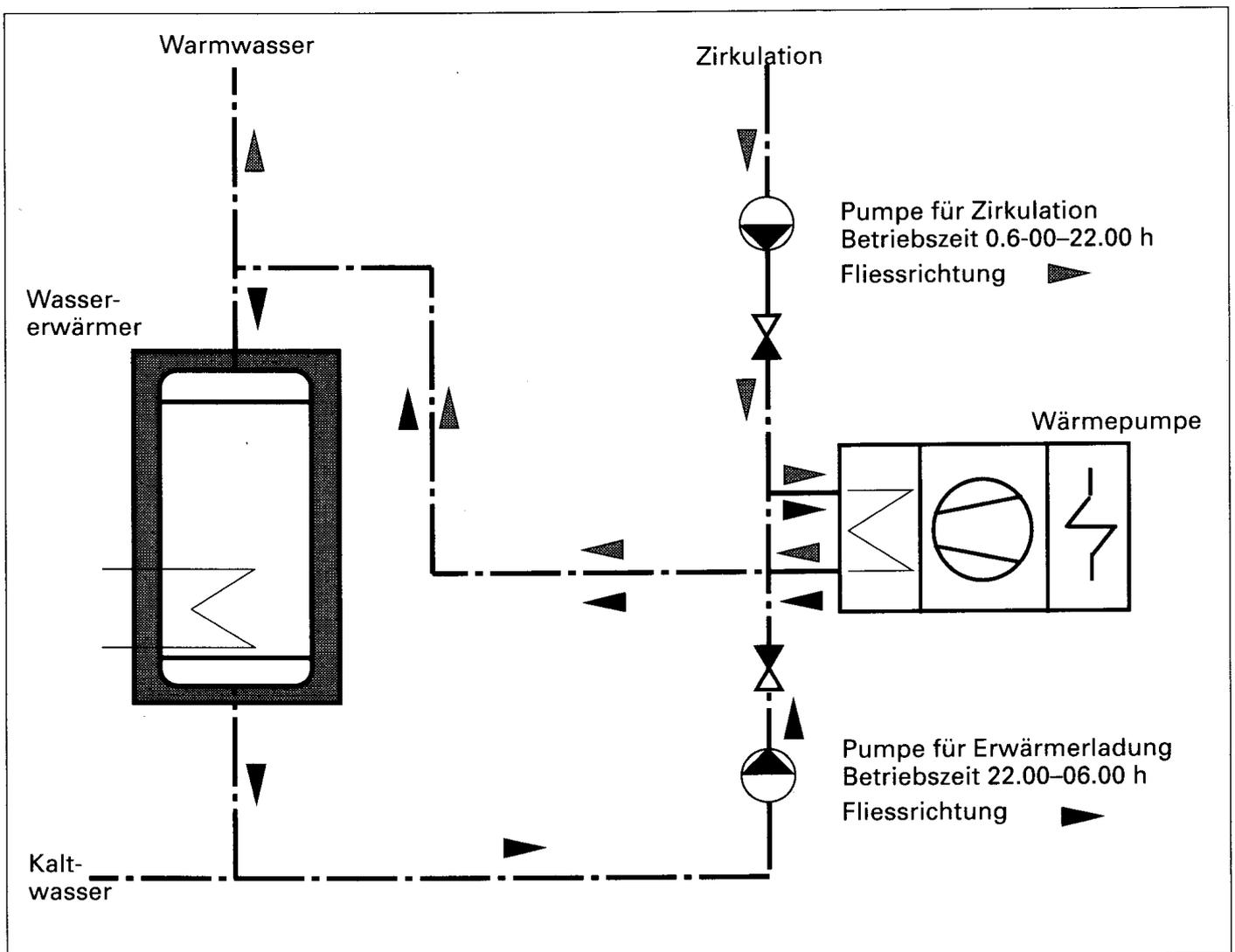


Bild 18:

*Hydraulisches Funktionsprinzip einer Wasser- . Tagsüber deckt die Wärmepumpe die Zirkulationsverluste erwärmungs-Anlage mit einer Wärmepumpe. . Nachts erwärmt die Wärmepumpe das Wasser im Speicher*

**Planungshinweise**

Die Wassererwärmung mit steckerfertigen LuftWasser-Wärmepumpen bei einer geeigneten Wärmequelle, wie z.B. einer nahe gelegenen Tiefgarage, ist technisch einfach realisierbar, durch den Sanitärinstallateur ohne Beizug eines Heizungsmonteurs leicht zu installieren, im Betrieb zuverlässig (vgl. Kühlschrank), energiesparend und verglichen mit konventionellen Alternativen wirtschaftlich sehr interessant.

Durch eine den vorherrschenden Betriebsbedingungen angepasste Optimierung der Anlage kann der spezifische Energieverbrauch normalerweise nochmals deutlich gesenkt werden. Um eine solche Optimierung durchführen zu können, ist allerdings eine minimale Instrumentierung Voraussetzung. Es wird deshalb empfohlen, bei allen WPAnlagen von Anfang an die entsprechenden Messstrecken (Passstück für Durchflusszähler inkl. allfällige Ein- und Auslaufstrecken sowie Tauchhülsen) vorzusehen. Die Instrumente selber können nach der Optimierungsphase wieder ausgebaut und in anderen Anlagen wieder verwendet werden.

Einen besonders grossen Einfluss auf den spezifischen Energieverbrauch haben die Kältemittelmenge, die WW-Temperatur und die Betriebszeiten.

Eine WP erlaubt eine knappere Auslegung des Speichers, resp. macht Angstzuschläge unnötig. Eine allfällige Unterdimensionierung wird durch die WP im Zirkulationsbetrieb kompensiert.

Ein weiterer Vorteil einer WP-Installation anstelle eines Beistellboilers ist die Schonung der Heizkesselanlage durch Stilllegung im Sommer. Dadurch entfällt der ständige Start-Stop-Betrieb, der die Lebensdauer verkürzt, den Wartungsaufwand vergrössert sowie hohe Emissionen verursacht.

## X Wassererwärmer mit Sonnenkollektoren

Für die Nutzung der Sonnenenergie zur Wassererwärmung ist noch ein grosses Potential vorhanden. Auch wenn die Sonne nicht immer bis zu uns durchdringt, kann mit entsprechenden technischen Vorkehrungen ein grosser Teil des Warmwassers durch die Sonne erwärmt werden.

Die Umwandlung der Sonnenstrahlung in Wärme findet im Sonnenkollektor statt. Die vom Sonnenkollektor erzeugte

Wärme fällt häufig zu einem Zeitpunkt an, zu welchem sie gar nicht gebraucht wird. Deshalb braucht es zwischen dem Kollektor und dem Verbraucher einen Speicher, welcher eine Pufferfunktion übernehmen kann. Bild 19 zeigt das Funktionsprinzip.

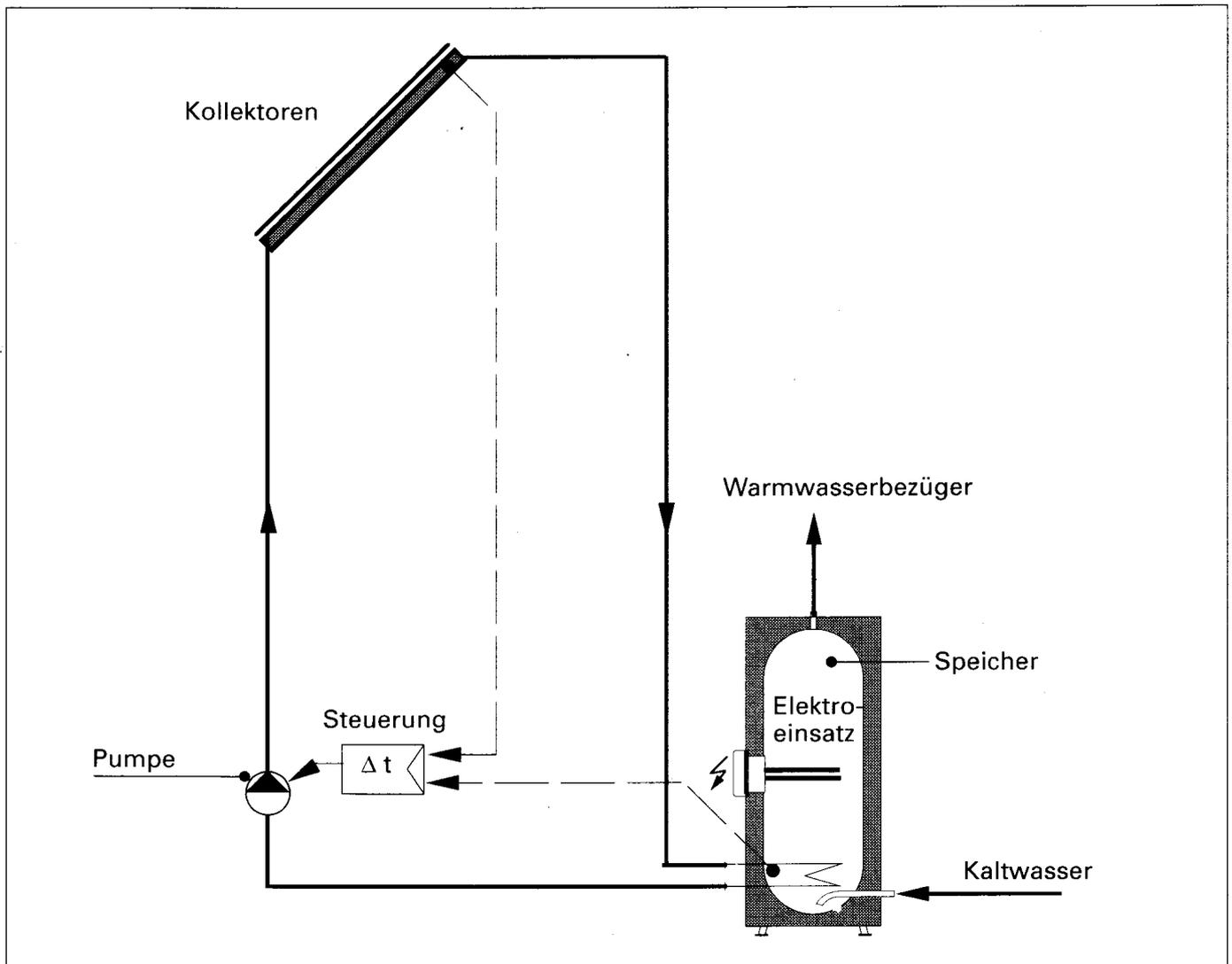


Bild 19:  
Funktionsprinzip einer Sonnenkollektor-Anlage

Der Wärmetransport vom Kollektor zum Speicher findet mit Hilfe des Kollektorkreislaufes statt: Zwei Leitungen verbinden Kollektor und Speicher, wobei eine Pumpe für die Umwälzung des Wärmeträgermediums sorgt. Der Kollektorkreislauf ist ein geschlossenes System (siehe Bild 20). Deshalb braucht es ein Expansionsgefäß (6) und ein Sicherheitsventil (7) sowie eine geeignete Füllvorrichtung (5) mit zwei Füllhähnen und einem Schieber dazwischen. Das Wärmeträgermedium ist ein Gemisch aus Wasser und Glykol (Frostschutz). Da das Wärmeträgermedium nicht das Speichermedium selbst ist, muss ein Wärmetauschervorgehen werden. Nachts ist der Kollektor kälter als der untere Teil des Speichers; um den Wärmetransport durch Schwerkraft rückwärts zum Kollektor zu unterbinden, ist deshalb ein Rückschlagventil (2) im Kollektorkreislauf notwendig.

Die Pumpe (1) darf erst dann eingeschaltet werden, wenn der Kollektor wärmer ist als der untere Teil des Speichers; damit der Wärmetransport stets vom Kollektor zum Speicher (und nicht umgekehrt) stattfindet. Zu diesem Zweck ist eine Regelung installiert. Sie besteht aus einem Temperaturdifferenzregler und zwei Temperaturfühlern.

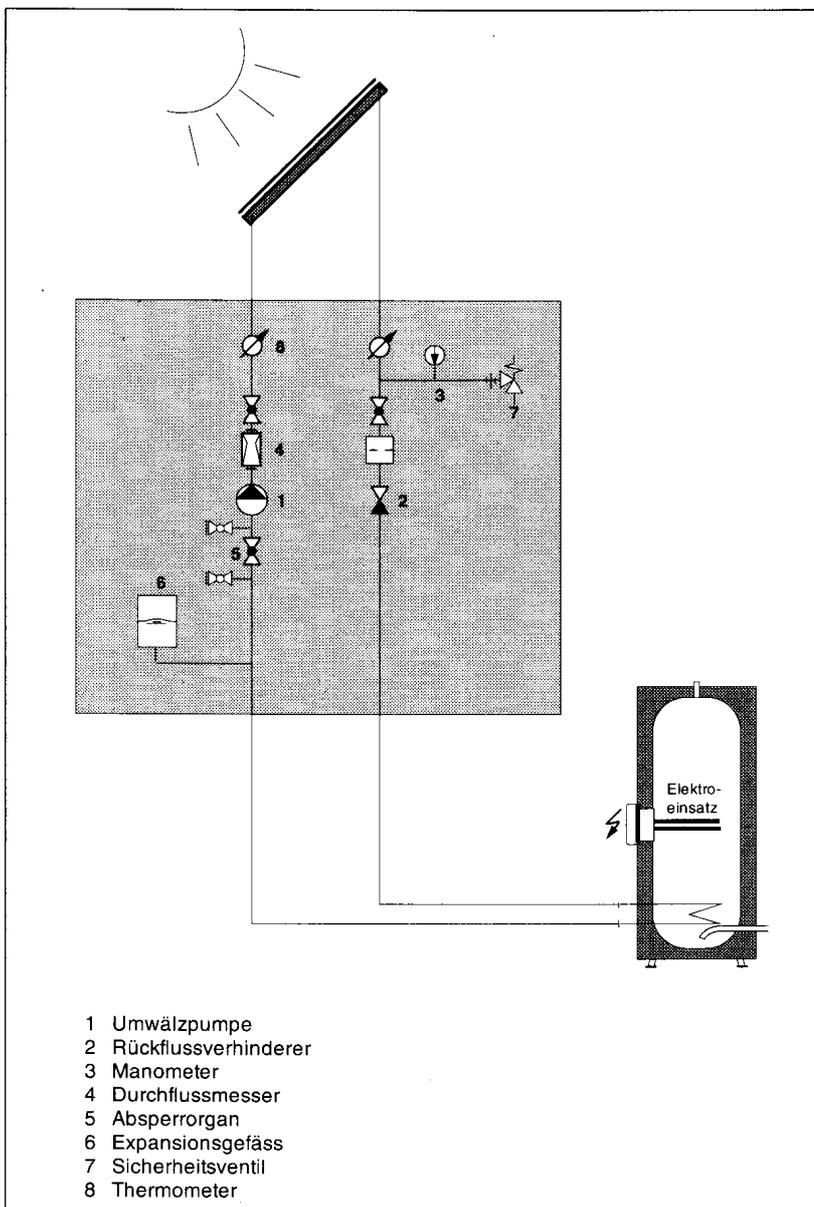


Bild 20:  
 Technische Ausrüstung einer Sonnenkollektor-Anlage

Der Kollektorfühler misst die Temperatur im oberen Teil des Kollektors, der Speicherfühler gibt die Temperatur auf der Höhe des Wärmetauschers an (siehe Bild 19). Die Pumpe wird ausgeschaltet, wenn kein Wärmetransport mehr vom Kollektor zum Speicher stattfinden kann, wenn also die Einstrahlung nicht mehr genügt.

Da die Sonne nicht immer scheint, braucht eine Sonnenkollektor-Anlage eine Zusatzheizung, welche die Versorgungssicherheit bei fehlender Sonneneinstrahlung gewährleistet (Bild 21).

Umfassende Angaben sind im Handbuch c-Solare Wassererwärmung> aufgeführt. Es kann bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale (Best. Nr. 724.213 d) bezogen werden.

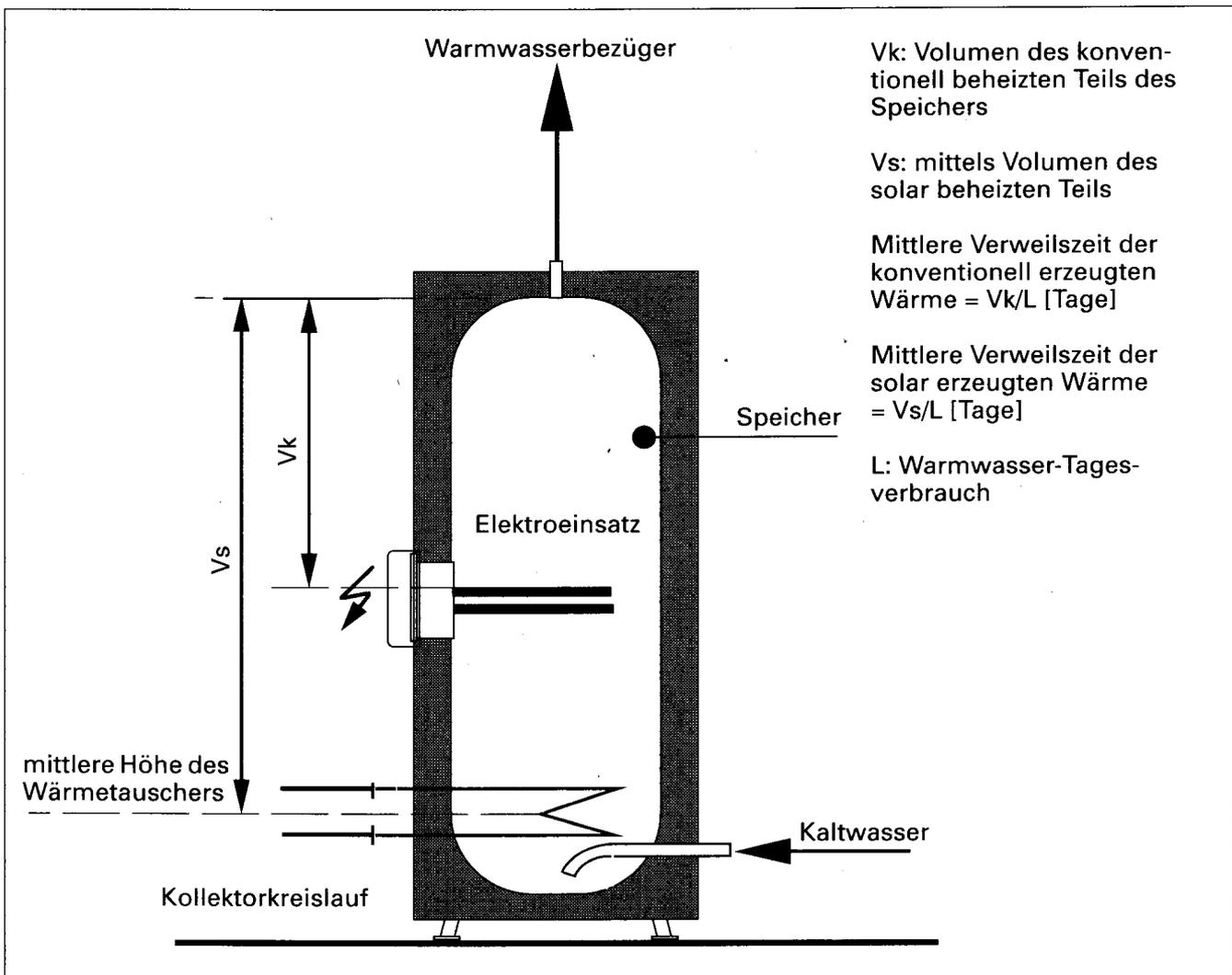


Bild 21:  
Kapazität des Nutzvolumens im Warmwasserspeicher je nach Einsatz der Wärmequelle

## XI Zusammenfassung

Bei der Planung einer Wassererwärmanlage ist zuerst abzuklären, welche Energieträger zu welchem Zeitpunkt für die Anlage bereitgestellt werden können.

Vor allem ist abzuklären, ob bestehende Wärmequellen in einem Gebäude genutzt und konventionelle Energieträger mit erneuerbaren Energien ersetzt oder kombiniert werden können. Die Warmwasseranlage mit ihren vier Hauptelementen ist richtig zu bemessen und die Komponenten sind gut aufeinander abzustimmen.

Bei der Planung ist darauf zu achten, dass die Anlagen möglichst einfach und übersichtlich werden. Dies erleichtert Betrieb und Unterhalt für den Benutzer.

Eine Wirtschaftlichkeitsberechnung gibt Auskunft über verschiedene Möglichkeiten und verhilft zu guten Lösungen.

Die Fachleute sind dazu aufgerufen, bei Wassererwärmanlagen vermehrt innovative und kreative Lösungen anzuwenden, die ökologisch verträglich und ökonomisch vertretbar sind.

## Literaturhinweise

IINFEL-info Nr. 2,1993; Verlag INFEL, Zürich

RAVEL-Materialien

Warmwasserbedarfszahlen und Verbrauchscharakteristik

Bestell-Nr. 724.397.23.58; Fr.12.25;

EDMZ, 3000 Bern

RAVEL-Lehrmittel

Elektrische Wassererwärmung

Neuaufgabe 1995: 724.349.1 d; EDMZ, 3000 Bern

PACER- Lehrmittel

Solare Wassererwärmung

Bestell-Nr. 724.213 d; Fr. 50.-; EDMZ, 3000 Bern

PACER-Vodeo-Begleitheft Solare Wassererwärmung

Bestell-Nr. 724.214.1; Fr. 7.15; EDMZ, 3000 Bern

PACER-VIDEO

Solare Wassererwärmung, Heizung und Warmwasser

Bestell-Nr. 724.214; Fr. 29.80; EDMZ, 3000 Bern

RAVEL-Handbuch - Strom rationell nutzen ISBN 3-7218-1830-3; Fr. 76.-; Buchhandel

# Trägerorganisationen

---

# SSIV

**Schweizerischer Spenglermeister-  
und Installateur-Verband**



**Informationsstelle für  
Elektrizitätsanwendung**

---

Separatum

ISBN,3-9052,3, -24X    RAVEL · ZUKUNFTSORIENTIERTE WARMWASSERANLAGEN

# Die drei Impulsprogramme des Bundesamtes für Konjunkturfragen 1990 bis 1995

*Impulsprogramme sind auf 6 Jahre befristete Massnahmen zur Vermittlung von neuem Wissen in die berufliche Praxis. Ansatzpunkte sind zielgruppengerechte Information, Aus- und Weiterbildung. Die Vorbereitung und Durchführung erfolgt in enger Kooperation von Wirtschaft, Bildungsinstitutionen und Bund.*



IP BAU

## IP BAU – Erhaltung und Erneuerung

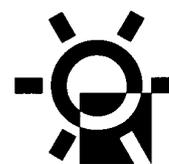
Der volkswirtschaftliche Stellenwert der baulichen Erneuerung ist bedeutend; schon heute werden mehr als 50% der jährlichen Bauinvestitionen für die Bauerneuerung inkl. Ersatzneubau aufgewendet. Nur mit vermehrter fachlicher Kompetenz und ganzheitlichem Denken kann verhindert werden, dass die Qualität unserer Bauten und Anlagen, aber auch die wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Werte unserer Quartiere, Siedlungen, Dorf- und Stadtteile verlorengehen. Das Impulsprogramm BAU erarbeitet Wissen aus den Bereichen Hochbau, Tiefbau und Umfeld – gesamtheitlich und umweltgerecht –, um die Qualität der Erneuerung und Erhaltung zu verbessern und mit guten Lösungen die bestehende Bausubstanz an die heutigen und zukünftigen Anforderungen von Funktion und Nutzung heranzuführen.



RAVEL

## RAVEL – Rationelle Verwendung von Elektrizität

Forschungs- und Untersuchungsprojekte des Impulsprogrammes RAVEL über den Stromverbrauch in Industrie, Dienstleistung und Haushalt zeigen: Elektrische Energie wird heute oft nicht oder zu wenig intelligent genutzt. D. h. dieselbe Leistung könnte mit einem Bruchteil des bisherigen Stromverbrauches erzielt werden und das wirtschaftlich, ohne Komforteinbusse. Zudem werden mit Strom zum Teil Leistungen erzeugt, für die sich kein Bedürfnis nachweisen lässt. Wird der heute nicht intelligent genutzte Strom frei, erhält unsere Volkswirtschaft neue Spielräume. Damit diese Chance genutzt werden kann, müssen die RAVEL-Erkenntnisse in der Praxis wirksam werden. Dazu werden sie von Fachleuten in sofort anwendbares, praxisgerechtes Wissen aufgearbeitet und in Weiterbildungskursen, Informationsveranstaltungen und Publikationen an die Praxis vermittelt.



PACER

## PACER – Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien können – so die Beurteilung von Experten – einen nicht unwesentlichen Anteil an die Deckung des Energiebedarfs leisten. Sie zeichnen sich ausserdem durch ihre Umweltverträglichkeit aus. Trotzdem ist ihre Anwendung momentan noch gering. Hier setzt PACER an. Das Impulsprogramm will Techniken im Bereich erneuerbarer Energien fördern, die ausgereift sind und sich nahe an der Grenze zur Wirtschaftlichkeit befinden: passive und aktive Sonnenenergienutzung für die Wärmeerzeugung, Energiegewinnung aus Biomasse und solare Stromproduktion. Zu diesem Zweck bereitet PACER bestehendes Wissen auf, erarbeitet und vermittelt unter anderem Planungshilfen für Architekten, Ingenieure und Installateure sowie Entscheidungsgrundlagen für Bauleute und Behörden.