

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

**Band:** 70 (1979)

**Heft:** 10

**Artikel:** Elektrische Energie zur Deckung des Wärmebedarfs in Wohn- und Zweckbauten

**Autor:** Hadenfeldt, A.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-905377>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Elektrische Energie zur Deckung des Wärmebedarfs in Wohn- und Zweckbauten

Von A. Hadenfeldt

*Auch in Verbindung mit der gleichzeitigen Erzeugung von Strom und Wärme aus Heizkraftwerken kann die Deckung des Wärmebedarfs für Raumheizung und Warmwasser in Wohn- und Zweckbauten durch Strom nicht nur aus der Sicht der Verbraucher und der Stromversorgungsunternehmen, sondern auch aus der Sicht der Volkswirtschaft und der Öffentlichkeit einen wichtigen Beitrag bei der rationellen Nutzung aller zur Verfügung stehenden Energieträger leisten. Dies soll nachstehend an den verschiedenen eingeführten, in der Erprobung oder in der Entwicklung befindlichen Stromanwendungstechniken für die Deckung des Wärmebedarfs für Raumheizung und Warmwasser in Wohn-, Dienstleistungs-, Gewerbe- und Industriebauten dargestellt werden.*

## 1. Warmwasserbereitung mit Elektro-Heisswassergeräten

Der Energiebedarf einer Warmwasserversorgungsanlage wird entscheidend beeinflusst von Art und Umfang der Nutzung und vom Warmwasserversorgungs-System.

Als Nutzwärme einer Warmwasserversorgung wird die Energiemenge bezeichnet, die dem Trinkwasser zugeführt werden muss, um diese Wassermenge von Kaltwassereinflauf-Temperatur ( $\sim 10^\circ\text{C}$ ) auf gewünschte Entnahmetemperatur (z. B.  $45^\circ\text{C}$ ) zu erwärmen.

Für die Erwärmung des Gebrauchswassers werden in der Bundesrepublik Deutschland folgende Elektro-Wassererwärmer verwendet:

a) Offene, wärmegeämmte Heisswasserspeicher zur Versorgung einzelner Entnahmestellen (Speicherinhalt von 5 bis etwa 80 Liter).

b) Elektrodurchlauferhitzer, bei denen das Wasser im Durchlauf erwärmt wird. Diese Geräte werden zur Versorgung mehrerer Entnahmestellen bis zur Versorgung eines ganzen Versorgungskomplexes (Wohnung, Gewerbebetrieb usw.) eingesetzt.

c) Geschlossene, wärmegeämmte Heisswasserspeicher zur Versorgung mehrerer Entnahmestellen bis zur Versorgung eines ganzen Versorgungskomplexes (Speicherinhalt von 5 bis etwa 120 Liter mit Anschlusswerten von 2 bis 24 kW).

Die vorgenannten Elektro-Warmwasserbereiter sind für verbrauchsnahe und damit energiesparende Anordnung geeignet und werden vorzugsweise auch so eingebaut. Diese Geräte sind widerstandsbeheizt.

d) Elektrostandspeicher als geschlossene, wärmegeämmte Geräte zur Nutzung des verbilligten Nachtstroms. Diese widerstandsbeheizten Wassererwärmer werden zur Versorgung einer grösseren Anzahl von Entnahmestellen eingesetzt und besitzen Speicherinhalte von 200 bis zu etwa 2000 Litern. Bei grösserem Bedarf können mehrere Standspeicher zusammengeschaltet werden.

e) Elektrowärmepumpen-Standspeicher als geschlossene, wärmegeämmte Geräte zur Nutzung der Umgebungsluft als regenerierbare Wärmequelle für die Bereitung von Warmwasser und zur Versorgung einer grösseren Anzahl von Entnahmestellen. Diese Geräte befinden sich zurzeit in der

*Le fait d'utiliser l'électricité pour les usages thermiques n'est pas incompatible avec l'impératif d'utiliser rationnellement tous les agents énergétiques disponibles. Pas même par rapport à la production simultanée d'électricité et de chaleur. L'utilisation de l'électricité pour le chauffage et la préparation d'eau chaude est au contraire une solution judicieuse, non seulement du point de vue de l'utilisateur et de l'entreprise d'électricité, mais aussi du point de vue de l'économie publique et de l'économie énergétique. C'est ce que démontre l'auteur de ce rapport en présentant les différentes techniques éprouvées ou à l'étude, applicables pour les maisons d'habitation et les bâtiments à usage administratif, commercial, artisanal et industriel.*

Erprobung und werden mit Speicherinhalten von 200, 300 und 400 Litern angeboten.

f) Warmwasserbereitung über Wärmepumpen-Heizungsanlagen mit nachgeschalteten Speicherwassererwärmern (Einzelheiten über Elektrowärmepumpen siehe Ziffer 3).

Elektrostandspeicher werden vorzugsweise an zentraler Stelle eines Versorgungskomplexes aufgestellt, können jedoch bei Speicherinhalten bis 300 Liter auch verbrauchsnahe (z. B. in einem Schrank innerhalb der Wohnung) installiert werden. Die Warmwasserbereitung mit Elektrowärmepumpen erfolgt generell an zentraler Stelle, das heisst in einem grösseren Abstand von den Entnahmestellen.

Bei der Versorgung von Wohnungen in Geschosswohnanlagen mit verbrauchsnahe angeordneten Elektro-Heisswasserbereitern wurde ein mittlerer Warmwasserbedarf von 30 Litern ( $45^\circ\text{C}$ ) je Person und Tag ermittelt. Werden dagegen die Entnahmestellen eines Mehrfamilienhauses über ein meist umfangreiches Verteilsystem mit Warmwasser versorgt, so rechnet man mit 50 Litern ( $45^\circ\text{C}$ ) je Person und Tag.

Der wesentlich geringere spezifische Warmwasserbedarf bei verbrauchsnahe angeordneten Elektro-Heisswasserbereitern lässt sich begründen einmal durch die exakte Registrierung und Abrechnung des von Wohnung zu Wohnung stark schwankenden Warmwasser- und damit Energieverbrauchs, was die Verbraucher veranlasst, bei der Wohnungsversorgung kosten- und energiebewusst zu handeln. Zum anderen führen die kurzen Entfernungen zwischen Warmwasserbereiter und Entnahmestellen bei der Wohnungsversorgung dazu, dass die Temperatur des Warmwassers an den Entnahmestellen schnell die Sollwerte erreicht. Diese schnelle Bereitstellung von Warmwasser verringert nicht nur die Leitungsverluste, sondern reduziert – vor allem bei kleinen Entnahmemengen – auch den Warmwasserverbrauch.

Ausser einem im Durchschnitt 76 % höheren Warmwasserverbrauch bei sonst gleichen Randbedingungen entstehen bei der Zentralversorgung der Entnahmestellen eines Mehrfamilienhauses aus einem fossil befeuerten Kessel erhebliche Verluste bei der Energieumwandlung – vor allem ausserhalb der Heizperiode – sowie bei der Bereitstellung und Verteilung des warmen Wassers.

NUTZENERGIE

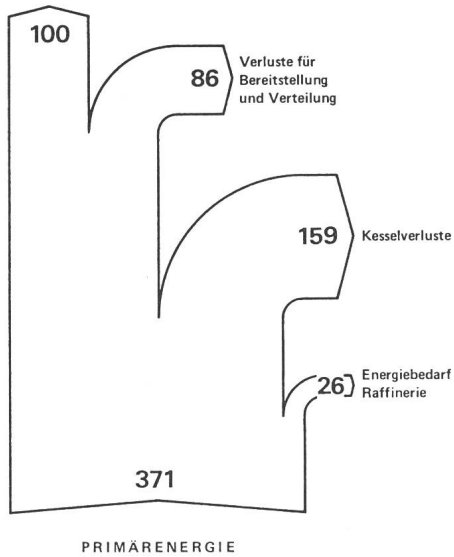


Fig. 1 Energieflussdiagramm der Warmwasserversorgung eines Mehrfamilienhauses mit 6 Wohnungen  
Zentralversorgung durch Ölheizkessel (mit Zirkulation)

NUTZENERGIE

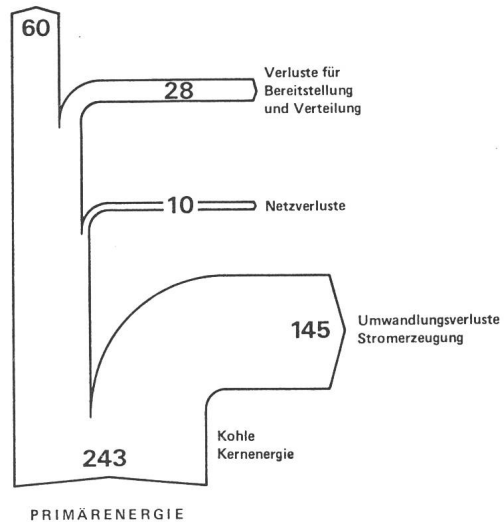


Fig. 2 Energieflussdiagramm der Warmwasserversorgung eines Mehrfamilienhauses mit 6 Wohnungen  
Wohnungsversorgung mit Elektro-Heisswasserbereitern (Durchlauferhitzer + 5-Liter-Speicher)  
100 = Nutzenergiebedarf der Zentralversorgung mit Öl

Fig. 1 und 2 zeigen die Energieflussdiagramme einer Wohnungs-Warmwasserversorgung mit verbrauchsnah angeordneten Elektro-Heisswasserbereitern sowie einer zentralen Warmwasserversorgung aus einem Ölkessel, dargestellt an einem Mehrfamilienhaus mit 6 Wohnungen. Der Vergleich zeigt, dass bei einer Zentralversorgung aus einem Ölheizkessel für die Warmwasserversorgung 54 % mehr Primärenergie benötigt werden als bei der Wohnungsversorgung mit Elektro-Heisswasserbereitern.

Wegen der besseren sanitären Ausstattung von Einfamilienhäusern und den meist höheren Ansprüchen der Bewohner dieser Gebäude an Hygiene und Komfort ergibt sich hier bei verbrauchsnah angeordneten Elektrowassererwärmern ein mittlerer Warmwasserverbrauch von 40 Litern (45 °C) je Person und Tag.

Werden dagegen die Entnahmestellen eines Einfamilienhauses über ein ausgedehntes Verteilsystem (z. B. aus einem ölbeheizten Speicherwassererwärmer) mit Warmwasser versorgt, so muss mit einem durchschnittlichen Warmwasserverbrauch von 50 Litern von 45 °C je Person und Tag gerechnet werden.

Für Einfamilienhäuser empfehlen sich als verbrauchsnah angeordnete Elektrowassererwärmer die leistungsfähigen Durchlaufspeicher mit 80 bis 120 Liter Speicherinhalt und einem Anschlusswert von 21 kW als geschlossene, wärmegeämmte Heisswasserspeicher mit schneller Wiederaufheizung oder – wenn eine Zentralversorgung vom Keller aus gewünscht wird – die Elektro-Wärmepumpen-Standspeicher.

Fig. 3, 4 und 5 zeigen die Energieflussdiagramme der Warmwasserversorgung eines Einfamilienhauses mit einem verbrauchsnah installierten Durchlaufspeicher, einem im Keller angeordneten Wärmepumpen-Standspeicher sowie über einen ölbeheizten Speicherwassererwärmer.

Elektro-Wassererwärmer passen sich günstig in die Belastungsverhältnisse der Stromerzeugungs- und Stromverteilungsanlagen ein. Dies gilt sowohl für Heisswassergeräte für

den Tagstrombetrieb – hier ergeben sich bei einer grösseren Anzahl von Wohnungen und bezogen auf den Höchstlastanteil dieser Geräte Benutzungsdauern von 6000 bis 8000 h/Jahr –, ganz besonders jedoch für Speicherwassererwärmer, die ausschliesslich in den Schwachlast- und Nachtstunden betrieben werden.

Wegen der verbrauchsnahen Anordnung und wegen der verbrauchsgerechten Erfassung des Energiebedarfs benötigen Elektro-Heisswassergeräte mit Widerstandserwärmung weniger Primärenergie als gas- oder ölbeheizte zentrale Warmwasserversorgungs-Anlagen in Mehrfamilienhäusern.

NUTZENERGIE

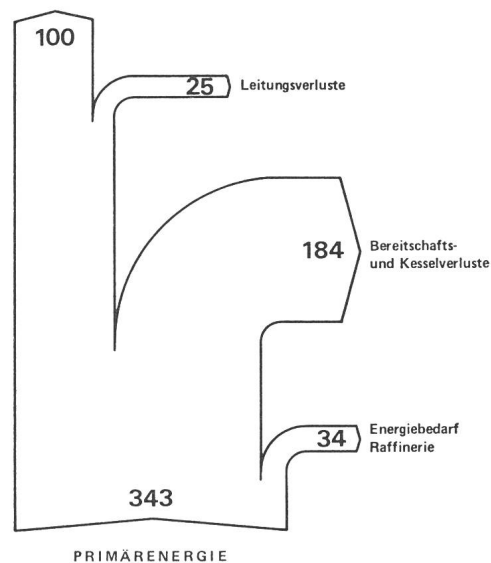


Fig. 3 Energieflussdiagramm der Warmwasserversorgung eines Einfamilienhauses  
Versorgung über Ölkombikessel mit eingebautem Speicherwassererwärmer

Elektrowärmepumpen-Wassererwärmer ermöglichen die Nutzung der Umgebungsluft als Wärmequelle und reduzieren auch bei zentraler Anordnung im Keller von Einfamilienhäusern erheblich den Bedarf an Primärenergie für die Warmwasserzubereitung.

Die Förderung und weitere Verbreitung der elektrischen Warmwasserbereitung liegt somit im Gesamtinteresse aller Beteiligten, das heisst der Verbraucher, der Öffentlichkeit, der Volkswirtschaft und der Stromversorgungsunternehmen, reduziert sie doch die Abhängigkeit der Bundesrepublik vom Mineralöl, entlastet deren Städte in erheblichem Umfang von Schadstoffen und vermindert darüber hinaus den Primärenergiebedarf für diesen Energieanwendungsbereich.

## 2. Elektrospeicherheizung

Der Nutzenenergiebedarf einer Raumheizung wird beeinflusst von den Faktoren:

- Art und Nutzung der zu beheizenden Räume
- Grösse der Räume
- Wärmeschutz des Gebäudes
- Art der Wärmeabgabe des Heizsystems
- Regelfähigkeit des Heizsystems
- Ausstattung der Heizungsanlage mit Regelgeräten
- Anfall und Nutzungsmöglichkeit freier Wärme
- Abrechnungsart des Heizenergieverbrauchs

Je besser der Wärmeschutz eines Gebäudes, desto stärker fällt die anfallende freie Wärme, das heisst die Wärmeabgabe von Beleuchtung, Elektrogeräten und Menschen, bei der Deckung des Jahresheizenergiebedarfs ins Gewicht. Soll diese freie Wärme möglichst voll genutzt werden, so muss das Heizsystem mit automatischer Einzelraumregelung ausgestattet sein und sich möglichst schnell dem wechselnden Anfall freier Wärme anpassen können. Speicherheizgeräte mit dynamischer Entladung über getrennt angeordnete Raumthermostaten und witterungsgerechter Aufladung stellen ein schnell reagierendes Heizsystem dar, welches die anfallenden Wärmegewinne optimal ausnutzt und sich

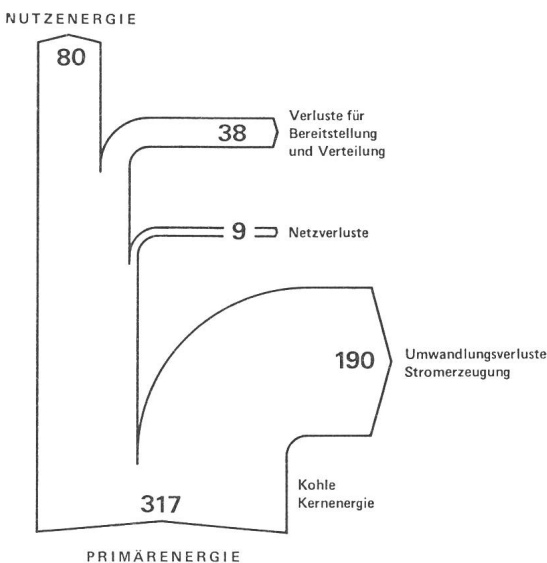


Fig. 4 Energieflussdiagramm der Warmwasserversorgung eines Einfamilienhauses  
Versorgung mit Elektrodurchlaufspeicher 80 Liter/21 kW  
100 = Nutzenenergiebedarf der Warmwasserversorgung eines zentral im Keller angeordneten Wassererwärmers

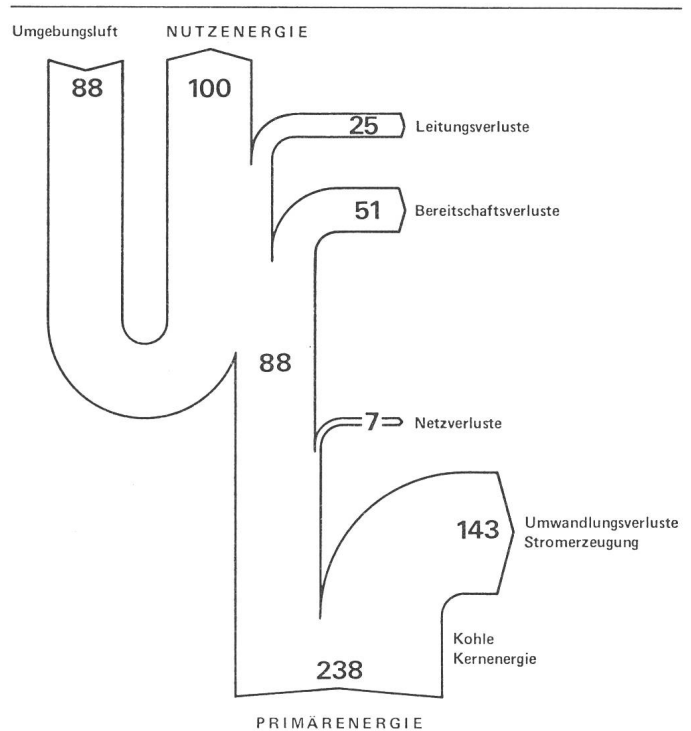


Fig. 5 Energieflussdiagramm der Warmwasserversorgung eines Einfamilienhauses  
Versorgung über Elektrowärmepumpen-Standspeicher im Keller

schnell den unterschiedlichen Bedürfnissen der Nutzer anpasst. In Verbindung mit der praktisch verlustlosen Energieverteilung innerhalb des Gebäudes und der kostengerechten Erfassung und Abrechnung des Energieverbrauchs benötigen Elektro-Speicherheizgeräte bei sonst gleichen Randbedingungen hinsichtlich Nutzung und Grösse der zu beheizenden Räume sowie Wärmeschutz wesentlich weniger Endenergie als öl- oder gasbefeuerte Warmwasser-Zentralheizungen. Messungen in Deutschland, Österreich und der Schweiz haben unzweideutig nachgewiesen, dass der Endenergiebedarf einer Öl- oder Gas-Warmwasser-Zentralheizung etwa 2,3- bis 2,8mal höher liegt als der einer Elektrospeicherheizung mit Speicherheizgeräten.

Etwa 1960 begannen die deutschen Elektrizitätswerke, unterstützt von den Elektrogeräteherstellern, auf breiter Front mit der Förderung der elektrischen Raumheizung mittels Elektrowärmespeicher. Die gemeinsamen Bemühungen fast aller grösseren Elektrizitätswerke und der Geräteproduzenten zeigten schon bald Ergebnisse. Entgegen der damals in der Fachöffentlichkeit weitverbreiteten Skepsis über die Chancen dieser neuen Heizungstechnik entwickelte sich der Markt der Elektrospeicherheizung zügig. Immer mehr Kunden, Bauherren und Architekten interessierten sich für dieses Heizsystem, immer mehr Geräteproduzenten entwickelten verbesserte Speicherheizgeräte und boten diese Geräte auf dem Markt an.

Für die Stromversorgungsunternehmen bringt die Elektrospeicherheizung eine Reihe von Vorteilen. Diese sind unter anderem:

- Verkauf zusätzlicher elektrischer Arbeit in Zeiten schwacher Auslastung der Erzeugungs- und Verteilungsanlagen.

– Bessere Ausnutzung der vorhandenen Erzeugungs- und Verteilungsanlagen.

– Schaffung steuerbarer Leistung zur Verbesserung und Optimierung des Betriebs der Kraftwerke.

– Im Vergleich zur Fernwärmeversorgung durch Kraft-Wärme-Kopplung benötigt die Elektrospeicherheizung praktisch keine zusätzlichen Investitionen und ist unabhängig von der Versorgungsdichte, der Ausnutzungsdauer, der Ausbauzeit sowie den Transportentfernungen. Ausserdem sind keine Reservevorhaltungen auf der Erzeugungs- und Verteilungsseite erforderlich.

Um möglichst viele Elektrospeicherwärme aus den vorhandenen Netzen, Transformatoren, Abspannwerken usw. versorgen zu können und um die Kraftwerke an allen Tagen des Jahres gleichmässig und optimal zu belasten, müssen folgende steuerungstechnische Voraussetzungen geschaffen werden:

– Freigabe der Ladezeiten der Speicherheizungsanlagen durch Tonfrequenz-Rundsteuerempfänger (TRE).

– Ausnutzen der gesamten freien Leistung in der Nacht zur Staffelung der achtstündigen Ladezeiten, das heisst, die ersten Elektrowärmespeicher sollten schon – sofern die Verhältnisse im Ortsnetz dies zulassen – gegen 20 Uhr eingeschaltet werden; die Freigabezeiten der zuletzt zugeschalteten Speicherheizungsanlagen sollten an normalen Wochentagen gegen 8 Uhr enden.

– Vorschreiben von witterungsabhängigen Aufladeautomatiken mit Zeitwerken und Restwärmeerfassung zur Rückwärtssteuerung für etwa 40 % aller Elektro-Speicherheizungsanlagen.

– Anpassen der Freigabezeiten für die Aufladung an die jeweiligen Lastverhältnisse, zum Beispiel an den Wochenenden.

Bei einer richtigen Mischung von Vor- und Rückwärtssteuerungen in Verbindung mit einer gestaffelten Freigabe der Ladezeiten durch die Tonfrequenz-Rundsteueranlage ergeben sich Belastungsverhältnisse, die zu einer fast völligen Auffüllung der Nachttäler führen und nur etwa 50 bis 70 % der installierten Speicherheizleistung wirksam werden lassen.

Die weitere Förderung der elektrischen Speicherheizung liegt aber auch im Interesse der Volkswirtschaft und nicht zuletzt der Verbraucher. Elektrowärmespeicher wurden und werden zu mehr als 85 % anstelle brennstoffbefuerter Einzelöfen, die mit Jahresnutzungsgraden des eingesetzten Brennstoffes zwischen 20 und 40 % betrieben werden und in erheblichem Umfang zu einer Verschmutzung der Umwelt beitragen, installiert. Die Elektrospeicherheizung hat somit nachweisbar zur Reduzierung der Schadstoffbelastung geführt. Die Kunden selbst brauchen keinen Brennstoff mehr zu den Feuerstellen schleppen und auch keine Asche mehr aus den Wohnräumen zu entfernen. Wohnungen und Treppenhäuser werden nicht mehr in bisherigem Umfang verschmutzt.

Schreibt man konsequenterweise der Elektrospeicherheizung auch noch die Wirkungsgradverbesserung bei der Stromerzeugung durch die eingesparten Ab-, An- und Leerlaufverluste gut, dann ergibt sich im Vergleich zu einer Ölheizung nur noch ein Primärenergiemehrbedarf für die Elektrospeicherheizung von 10 bis 20 %, der zu über 75 %

von Energieträgern gedeckt wird, die sonst zur Wärmebedarfsdeckung nicht oder nicht mehr herangezogen werden können.

Dabei brauchen die Kunden für den Betrieb einer Elektrospeicherheizung kaum höhere Kosten zu tragen als bei anderen modernen Heizsystemen.

### 3. Elektrowärmepumpen

Mit Hilfe von Wärmepumpen ist es möglich, die im Grundwasser, in Oberflächengewässern, im Erdreich oder in der Aussenluft auf niedrigem Temperaturniveau gespeicherte Sonnenenergie für Raumheizung und Warmwasserbereitung durch Zuführung elektrischer Antriebsenergie nutzbar zu machen. Zwar wird das Wärmepumpenverfahren, mit dem man auch die in Abluft- oder Abwasserströmen enthaltene Energie einer erneuten Nutzung zuführen kann und mit dem man die von Sonnenkollektoren aufgefangene Strahlungsenergie noch bei niedrigen Kollektortemperaturen nutzen kann, schon seit mehr als 40 Jahren praktisch eingesetzt. Auf breites Interesse stösst dieses Wärmeerzeugungsverfahren aber erst seit der Ölpreiskrise vom Herbst 1973 und dem seit diesem Zeitpunkt verschärften Energiebewusstsein der breiten Öffentlichkeit.

Bei einer Wärmepumpe wird eine vorhandene Wärmequelle mit niedriger Temperatur – zum Beispiel Grundwasser von 10 °C – an einem Wärmetauscher abgekühlt. Zur Abkühlung dient ein bei niedrigem Druck und niedriger Temperatur in diesem Wärmetauscher verdampfendes Kältemittel, das die Umwandlungswärme der Umgebung entzieht. Das in einem geschlossenen Kreislauf zirkulierende Kältemittel wird von einem elektrisch angetriebenen Verdichter aus dem Wärmetauscher, auch Verdampfer genannt, abgesaugt und auf höheren Druck und höhere Temperatur gebracht. Bei diesem Druck und einer Temperatur von etwa 45 °C verflüssigt sich das Kältemittel in einem zweiten Wärmetauscher – dem Verflüssiger – und gibt dabei die vom Verdampfer aufgenommene Umwandlungswärme sowie den grössten Teil der in Wärme umgewandelten Verdichtersarbeit zum Beispiel an den Vorlauf einer Fussboden-Warmwasserheizung wieder ab. Das unter hohem Druck stehende flüssige Kältemittel wird in einem Drosselventil entspannt und dem Verdampfer wieder zugeführt, wo es wieder Wärme aus der Wärmequelle aufnehmen kann. Damit ist der kontinuierlich ablaufende Kreisprozess einer Wärmepumpe geschlossen.

Der Antriebsenergiebedarf einer Wärmepumpe ist um so höher, je grösser der Temperaturunterschied zwischen Wärmequelle und Heizwasservorlauf ist. Bei Grundwasser oder Erdreich als Wärmequelle und einer Warmwasser-Fussbodenheizung als Wärmeverteilungssystem rechnet man damit, dass durch Zuführung von 1 kWh elektrischer Antriebsarbeit die Wärmepumpe am Verflüssiger 3 bis 4 kWh Nutzenergie abgibt; das heisst, diese Wärmepumpe entzieht durch Einsatz von 1 kWh elektrischer Energie dem Grundwasser oder Erdreich 2 bis 3 kWh auf niedriger Temperatur gespeicherte Sonnenenergie und macht diese für die Raumwärmerzeugung nutzbar.

Man bezeichnet das Verhältnis von Nutzenergie am Verflüssiger zu Energiebedarf des Verdichtungsantriebsmotors als Leistungsziffer  $\epsilon$ .

Grundwasser- oder Erdreich-Wärmepumpen zur Wärmeversorgung von Warmwasser-Fussbodenheizungen arbeiten



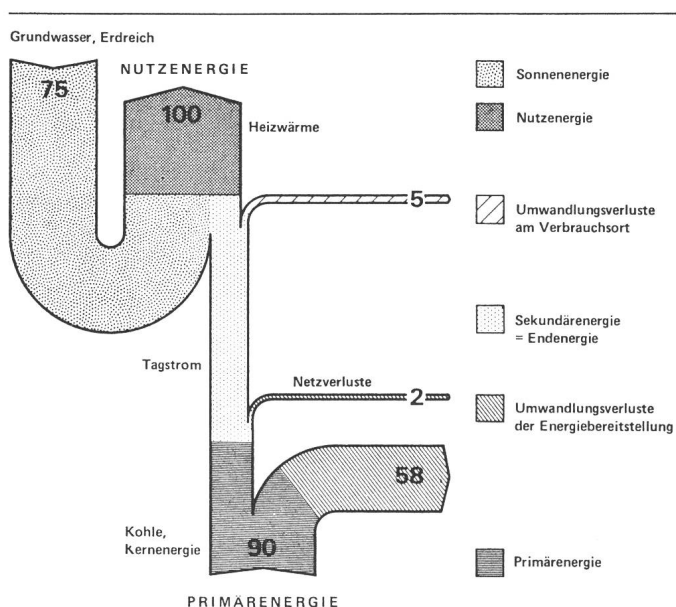


Fig. 6 Energieflussdiagramm einer Grundwasserwärmepumpe

mit mittleren Jahresleistungsziffern von  $\epsilon = 3$  bis 4. Dagegen liegen die durchschnittlichen Jahresleistungsziffern von Aussenluft-Wärmepumpen zur Versorgung von Warmwasser-Fussbodenheizungen bei  $\epsilon = 2$  bis 2,5.

Kompakte, einbaufertige und funktionstüchtige Hauswärmepumpen zur Nutzung der regenerativen Energiequellen Grundwasser oder Erdreich werden bereits von zahlreichen Herstellern auf dem Markt angeboten und haben sich in Tausenden Ein- und Zweifamilienhäusern zur Versorgung der Warmwasser-Fussbodenheizung sowie für die Warmwasserbereitung als wirtschaftliche und betriebstüchtige Wärmezentrale sehr gut bewährt. Dieses moderne Heizsystem kann auch von der Kostenseite her betrachtet als marktreif bezeichnet werden.

Hauswärmepumpen führen bei Warmwasser-Zentralheizungen zu einer im Vergleich zur herkömmlichen Wärmeversorgung starken Reduzierung des Primärenergiebedarfs durch indirekte Nutzung der im Grundwasser, im Erdreich oder in der Aussenluft gespeicherten Sonnenenergie, wie das Energieflussdiagramm nach Fig. 6 zeigt.

Die Förderung der Wärmepumpenheizung liegt somit im Interesse der Volkswirtschaft, der Verbraucher und nicht zuletzt der Stromversorgungsunternehmen, da bei diesem Heizsystem mit einem relativ geringen Anschlusswert – für ein gut gedämmtes Einfamilienhaus von 150 m<sup>2</sup> Wohnfläche wird eine Elektrowärmepumpe mit einem Anschlusswert von 4,5 kW benötigt – der Wärmebedarf für Raumheizung und Warmwasserbereitung gedeckt werden kann.

#### 4. Integrierte Energieversorgung

Bei einer integrierten Energieversorgung werden die Energieströme zur Versorgung aller Energieverbraucher eines Versorgungskomplexes, zum Beispiel eines Bürogebäudes, eines Warenhauses, eines Schulkomplexes usw., sinnvoll miteinander verbunden. Ziel einer integrierten Energieversorgung ist es, die verschiedenen und zu unterschiedlichen Zeiten auftretenden Arten von Energiebedarf gegebenenfalls durch Zwischenschaltung von Speichern so miteinander zu verknüpfen, dass möglichst wenig Energie verlorenght, dass dadurch der Energiebedarf soweit wie wirtschaftlich vertretbar reduziert wird und dass der verbleibende Restenergiebedarf in Zeiten günstiger Bezugspreise gedeckt werden kann.

Erprobte Methoden für die integrierte Energieversorgung von Nichtwohngebäuden sind, neben einer Verbesserung des winterlichen und sommerlichen Wärmeschutzes zur Verminderung des Nutzenergiebedarfs, die Installation von Wärmetauschern zur Wärmerückgewinnung in den lufttechnischen Anlagen zur Reduzierung des Lüftungswärmebedarfs, die Nutzung der Abfallwärme durch Einrichtungen zur Wärmerückgewinnung sowie die Installation von Wärmepumpen zur Nutzung regenerativer Energiequellen und zum internen Ausgleich des Wärmehaushalts klimatisierter Gebäude.

Durch die integrierte Energieversorgung von Gebäuden mit lufttechnischen Anlagen, zum Beispiel von Verbrauchermärkten, Bürogebäuden usw., lassen sich gegenüber herkömmlichen Anlagentechniken bis zu 90 % Heizenergie einsparen, wie zahlreiche Pilotanlagen in vielen Versorgungsgebieten der Bundesrepublik Deutschland bewiesen haben. So konnte der Heizenergiebedarf von Hamburger Lebensmittelsupermärkten durch die konsequente Anwendung der Möglichkeiten einer integrierten Energieversorgung um rund 1,1 Millionen kWh/a gegenüber einer Elektro-Widerstandsheizung und um etwa 1,5 Millionen kWh im Vergleich zu einer Ölheizung reduziert werden. Zur Deckung des nur an wenigen Tagen im Jahr bestehenden Rest-Heizenergiebedarfs bietet sich aus wirtschaftlichen und technischen Gründen fast immer der Energieträger Strom an.

Erst mit Hilfe der Elektrizität ist es technisch möglich und wirtschaftlich realisierbar, durch integrierte Energieversorgung den Gesamtenergiebedarf grösserer Nichtwohngebiete ohne Konsum- und Komfortverzicht drastisch zu reduzieren und dadurch einen namhaften Beitrag zur rationellen Energieanwendung zu leisten.

#### Adresse des Autors

A. Hadenfeldt, Oberingenieur, Hamburgische Electricitäts-Werke, Überseering 12, D-2000 Hamburg 60.