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: 86 (1995)

Heft: 10

Artikel: Die Elektroheizung : eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Stromanwendung

Autor: Rüegg, Silvan

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902443

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

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

Rund 215000 oder 7% aller Schweizer Wohnungen werden heute elektrisch beheizt. Dies geht aus der Statistik des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE) hervor. Der Vorteil für die Umwelt: Gegenüber Öl- und Gasheizungen verringern Elektroheizungen den Schadstoff-Austausch ganz erheblich. Allein beim Klimagas Kohlendioxid (CO_2) reduziert sich die Umweltbelastung um rund 1,3 Millionen Tonnen pro Jahr. Ohne den Stromverbrauch zu erhöhen, kann diese Bilanz mit Wärmepumpen in Zukunft weiter verbessert werden. Elektrische Heizsysteme weisen in der gesamtheitlichen Betrachtung weitere wertvolle spezifische Vorteile auf.

Die Elektroheizung – eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Stromanwendung

■ Silvan Rüegg

Kernaussagen

- In der Schweiz werden 7% des Wohnungsbestandes bzw. 12% des Gebäudebestandes mit Widerstandsheizungen beheizt.
- Die Elektroheizungen werden bei den Kunden sparsam eingesetzt. Mit den Elektroheizungen wird die bestehende Infrastruktur der Stromversorgung besser genutzt (Lastmanagement). Ein gewisser Anteil an Elektroheizungen ist sinnvoll für die Optimierung des Versorgungssystems, wobei dieser Anteil bereits aus betrieblichen Überlegungen begrenzt ist.
- Die elektrische Raumwärme ist ökologisch und ökonomisch auch in Zukunft sinnvoll. Die Elektrizitätswerke fördern dabei die Entwicklung und den Einsatz neuer Systeme zur Nutzung der Energie aus der Umwelt oder zur Wärmerückgewinnung, zum Beispiel mit Wärmepumpen.
- Elektrische Wärmepumpen sind primärenergetisch ebenso sinnvoll wie Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen. Elektrische Wärmepumpen weisen jedoch erhebliche zusätzliche Vorteile und Entwicklungspotentiale auf.
- Die Elektrizitätswerke sind sich der volkswirtschaftlichen Verantwortung bewusst und setzen sich für ökologisch und ökonomisch optimale Gesamtenergieanwendungen ein.

Ausgangslage

Etwa 75% des gesamten Nutzenergiebedarfes der Schweiz wird in Form von Wärme benötigt; davon wird die Hälfte im Bereich der Haushalte gebraucht, wobei die Raumwärme den Schwerpunkt bildet [GES 93] (Quellenangaben am Ende). Bei der rationellen Energieanwendung muss deshalb der Raumwärme besondere Beachtung geschenkt werden. Im folgendem wird darauf näher eingegangen.

Der Begriff der Elektroheizung im Raumwärmebereich, vorwiegend im Wohnbereich, umfasst verschiedene Systeme, wobei die Widerstandsheizung das am häufigsten im Einsatz stehende System ist. Die Heizsysteme kann man wie folgt unterscheiden:

1. Widerstandsheizungen
   - Direktheizungen
   - Speicherheizungen (Einzel- und Zentralspeicher)
2. Wärmepumpen, eventuell mit elektrischer Zusatzheizung
3. Systeme mit Wärmerückgewinnung

Heute sind in der Schweiz insgesamt 230000–250000 fest installierte **Wider-**

Adresse des Autors:
Silvan Rüegg, Bernische Kraftwerke AG, Abteilung Energiewirtschaft und Planung, Viktoriaplatz 2, 3000 Bern 25.

standsheizungen angeschlossen: 90% davon in Wohngebäuden (208 000–223 000 Haushalte mit Widerstandsheizungen). Damit werden 7% des Wohnungsbestandes (3,2 Mio.) bzw. 12% des Gebäudebestandes (1,3 Mio.) beheizt [GUW 90]. Der VSE beziffert den Verbrauch der fest installierten Widerstandsheizungen (mit Anschlussleistungen ≥ 5 kW) auf 3000 GWh/Jahr bei einer totalen Anschlussleistung von rund 3300 MW. Der Verbrauch von Kleinheizgeräten wird auf etwa 260 GWh pro Jahr geschätzt [VSE 94]. Gesamthaft ergibt dies etwa 3300 GWh/Jahr.

In der Schweiz sind heute rund 27 300 **Wärmepumpen** installiert. Damit werden etwas mehr als 1% des Wohnungsbestandes oder 2% der Gebäude beheizt [GUW 90]. Der Verbrauch beträgt etwa 430 GWh/Jahr bei einer elektrischen Anschlussleistung von etwa 240 MW [VSE 94].

Neben dem quantifizierbaren Verbrauch von rund 3700 GWh/Jahr gibt es auch elektrische Raumheizsysteme, die nicht statistisch erfasst werden können, zum Beispiel im Industriesektor. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass der Strombedarf der elektrischen Raumheizungen insgesamt im Bereich von 4000 bis 4200 GWh/Jahr liegt.

Beim Anschluss von Elektroheizungen in den 70er und 80er Jahren haben die Elektrizitätswerke hohe Anforderungen an die Wärmedämmung gestellt, die deutlich über den geltenden Bauvorschriften lagen. Die elektrisch geheizten Gebäude sind daher besser wärmegedämmt als vergleichbare fossil beheizte Gebäude [BEW 80].

Neuere Felduntersuchungen bestätigen, dass der Endenergieverbrauch bei elektrisch beheizten Gebäuden niedriger ist als bei fossil beheizten [GEI 93]. Die Preisrelation der Elektrizität gegenüber dem Heizöl oder Gas gebietet einen sparsamen Umgang sowohl aus Sicht des Kunden als auch aus derjenigen der Elektrizitätswerke.

Vorteile der Elektroheizung für die Kunden

Elektrische Heizsysteme haben einige Vorteile, die von den Kunden und Anwendern geschätzt werden:

- sichere, wartungsarme, saubere Systeme
- kein Öltank (Raumersparnis)
- kein Kamin, keine Abgase, keine Luftschadstoffe, keine CO_2-Emission
- kein Brennstoffeinkauf, keine Feuerungskontrolle, kein Kaminfeger
- bei Etagen- und Einzelspeicherheizungen geringe Bereitstellungsverluste und einfache individuelle Heizkostenabrechnung über den Stromzähler möglich

Das Interesse der Elektrizitätswerke an den Elektroheizungen

Das Interesse der Elektrizitätswerke an den elektrischen Wärmeanwendungen basiert auf drei Zielsetzungen:

- bessere Auslastung der Netzinfrastruktur während den Schwachlastzeiten
- bessere Nutzung der Produktionskapazitäten während den Schwachlastzeiten und
- gesamtenergetisch optimale Wärmeanwendungen

Die Netz- und Produktionsanlagen werden für die Erfüllung des Versorgungsauftrages ohne den Strombedarf für Heizungen gebaut und ausgelegt. Die Lebens- und Arbeitsgewohnheiten bringen es mit sich, dass die hierfür erstellten Anlagen vor allem nachts schlecht genutzt werden. Durch eine bessere Nutzung dieser Infrastruktur werden Beiträge an den Gesamtkosten erwirtschaftet, die allen Kunden zugute kommen.

Die elektrischen Wärmeanwendungen, wie die Warmwasserboiler und die Speicherheizung, eignen sich besonders für den Strombezug in den Schwachlastzeiten (Lastmanagement), weil die Wärme verhältnismässig einfach speicherbar ist.

Mit unterbrechbaren oder gesteuerten Stromlieferungen werden diese Anwendungen gezielt in den Schwachlastzeiten während der Nacht und zu bestimmten Tageszeiten eingesetzt.

Mit dem Einsatz der Elektroheizungen und der Elektroboiler verbesserte sich die Nachtauslastung im elektrischen Netz. Das Verhältnis der Tages-Spitzenlast zur mittleren Nachtlast (0–6 Uhr) des Landesverbrauches sank von 5900/3400 MW = 1,74 im Jahr 1975 (mit 50 MW elektrischer Raumheizleistung) auf 8500/5400 MW = 1,57 im Jahr 1993 (mit 3300 MW elektrischer Raumheizleistung) [ELS 75, ELS 93].

Das Ziel der besseren Nachtauslastung ist heute bei vielen Elektrizitätswerken erreicht und wird mit einer restriktiveren Anschlusspraxis der Werke im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben (ENB, ENV) berücksichtigt. Für die Elektroheizungen wurden daher keine Kraftwerke gebaut.

Kriterien für die Beurteilung von Elektroheizungen

Für die Beurteilung der Elektroheizung müssen einige Aspekte der Elektrizitätswirtschaft miteinbezogen werden. Dabei ist eine direkte Zuordnung der Produktionsanlagen (Kraftwerke) für bestimmte Anwendungen grundsätzlich nur bedingt und modellhaft möglich:

- Strom ist ein Sekundärenergieträger. Bei der Produktion hat man die Wahlmöglichkeit zwischen:
  - erneuerbaren Energiequellen (Wasser, Sonne, Wind, Biomasse)
  - fossilen Träger (Gas, Kohle, Öl) oder
  - nuklearen Brennstoffen

  Der energiepolitische Handlungsspielraum in bezug auf die Klima- und Schadstoffproblematik ist bei der Elektrizität grösser als bei reinen fossilen Energieträgern. Neben wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten kann bei der Stromproduktion auch die Knappheit eines Energieträgers berücksichtigt werden. Die Wasserkraft und die nuklearen Brennstoffe werden erst mit Hilfe der Elektrizität sinnvoll nutzbar.
- Die Stromproduktion in der Schweiz beruht auf Wasserkraft (61%) und Kernenergie (37%), sie erfolgt nahezu CO_2-frei.
- Laufwasserkraftwerke und Kernkraftwerke sind Grundlastkraftwerke, die Bandenergie liefern. Sie werden deshalb zur Deckung des Grundbedarfes eingesetzt. Die inländischen Laufkraftwerke und Kernkraftwerke produzieren im Jahr rund 15 000 GWh bzw. 22 000 GWh.
- Hydrologisch bedingte Sommerüberschüsse aus schweizerischen Wasserkraftwerken werden exportiert und ersetzen im Ausland den Einsatz von fossilen Kraftwerken. Der Ausgleich erfolgt oft im Rahmen von Austauschverträgen, zum Beispiel Lieferung an Sommertagen, Rückbezug in Winternächten. Mit solchen Austauschverträgen wird zusammen mit ausländischen Partnern die erneuerbare einheimische Wasserkraft optimal genutzt.
- Der Bedarf der elektrischen Raumheizungen (inkl. Wärmepumpen) beträgt etwa 4000–4200 GWh/Jahr. Dabei ist der Strombedarf auf das Winterhalbjahr konzentriert (etwa 80% von Oktober bis März) und mehrheitlich auf die Nachtstunden beschränkt. Die Elektroheizungen haben einen Anteil am elektrischen Landesverbrauch von rund 8% im Jahr und 11 bis 12% im Winter. Dies entspricht rechnerisch maximal 19% der Bezüge aus inländischen Kernkraftwerken. Dabei wird aber der Strom für die Widerstandsheizungen zu einem guten Teil aus Austauschverträgen für die Sommer-Wasserkraft und von Laufwasserkraftwerken gedeckt.
- Gäbe es heute keine Elektroheizungen, wäre der CO_2-Ausstoss in der Schweiz jährlich um etwa 1,3 Mio. t höher. Dies entspricht 10% des CO_2-Ausstosses im Gebäudesektor oder der CO_2-Jahresemission von rund 330 000 Personenwagen (entspricht 11% des aktuellen Personenwagenbestandes von 3,1 Mio.).

Die Zukunft der Elektrizität im Raumwärmebereich

Elektrizität ist ein vielseitiger Energieträger, der für neue, hocheffiziente Wärmesysteme eingesetzt werden kann. Zur Einsparung von Primärenergie kommen oft Systeme zum Einsatz, die in der Regel elektrische Antriebe, Zusatzheizungen sowie Steuer- und Hilfsaggregate benötigen. Beispiele für solche Systeme sind:

- Wärmepumpen (WP)
- Systeme mit Wärmerückgewinnung (WRG)

Bei Vergleichen für die Bereitstellung von Raumwärme ist es sinnvoll, Gas als einen für die Wärme- und Stromproduktion relevanten Primärenergieträger heranzuziehen und die Kette von der Primärenergie bis zur Wärme zu betrachten. Verglichen werden vier Möglichkeiten der Wärmeproduktion auf dem heutigen Stand der Technik (Wirkungsgrade):

1. Gasheizung
2. Gas-Wärmepumpe
3. System Wärme-Kraft-Kopplungsanlage (WKK) mit elektrischen Wärmepumpen
4. System Gas-Kombikraftwerk mit elektrischen Wärmepumpen

Bild 1 zeigt, dass für die Bereitstellung der gleichen Wärmemenge beim System Gas-Kombikraftwerk und Wärmepumpe nur 55% des Erdgases benötigt wird im Vergleich zu einer Gasheizung. Die CO_2-Bilanz ist im gleichen Verhältnis besser.

Als umweltschonende Lösung für die Raumwärmeerzeugung werden auch WKK-Anlagen propagiert, wobei gleichzeitig der erzeugte Strom in Wärmepumpen genutzt wird. Das Energieflussbild zeigt, dass für dieses System rund 60% des Gasinputs einer Gasheizung benötigt wird. Damit verbraucht das System WKK/WP sogar etwas mehr Erdgas als das System Gas-Kombikraftwerk mit Wärmepumpe oder gleichviel wie die Gas-Wärmepumpen.

Folgende Punkte weisen darauf hin, dass das System Gas-Kombikraftwerk mit elektrischen Wärmepumpen erhebliche Vorteile gegenüber dem System WKK/WP oder der Gas-Wärmepumpe bietet:

- Es muss kein Wärmekollektiv gebildet oder gesucht werden.
- Es kann die bestehende Infrastruktur der Stromverteilung mitbenutzt werden. Der Aufbau eines teuren Wärmeverteilnetzes und der für einen wirtschaftlichen Betrieb von Wärmeverteilnetzen notwendige Anschlusszwang entfallen.
- Der Betrieb von dezentralen Wärmepumpen ist unabhängiger und individuell auf die Nutzung abstimmbar.
- Durch Verschachtelung mit anderen Wärmepumpen und andere Stromanwendungen müssen geringere Leistungsreserven bereitgestellt werden.
- Gas-Kombikraftwerke (Grossanlagen) weisen Kostenvorteile gegenüber dezentralen WKK-Anlagen auf.
- Bei zentralen Gas-Kombikraftwerken fallen geringere Gaskosten (Anschluss ans Gas-Hochdrucknetz) gegenüber dezentralen WKK-Anlagen (Anschluss ans Verteilnetz) an, aufgrund der Gas-Netzkosten.
- Der Betrieb einer WKK-Anlage ist nur dann sinnvoll, wenn die Wärme benötigt wird (wärmegeführte WKK). Bei der Lösung mit dem Gas-Kombikraftwerk entfällt die direkte Kopplung der Wärme- und Stromproduktion. Dies hat betriebliche und wirtschaftliche Vorteile sowohl bei der Stromerzeugung im Kraftwerk wie bei der dezentralen Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen.

Ob zur Wärmeproduktion eine WKK-Anlage oder Wärmepumpen eingesetzt werden, muss im Einzelfall aufgrund der benötigten Temperatur, der verfügbaren Wärmequellen und weiterer Randbedingungen entschieden werden.

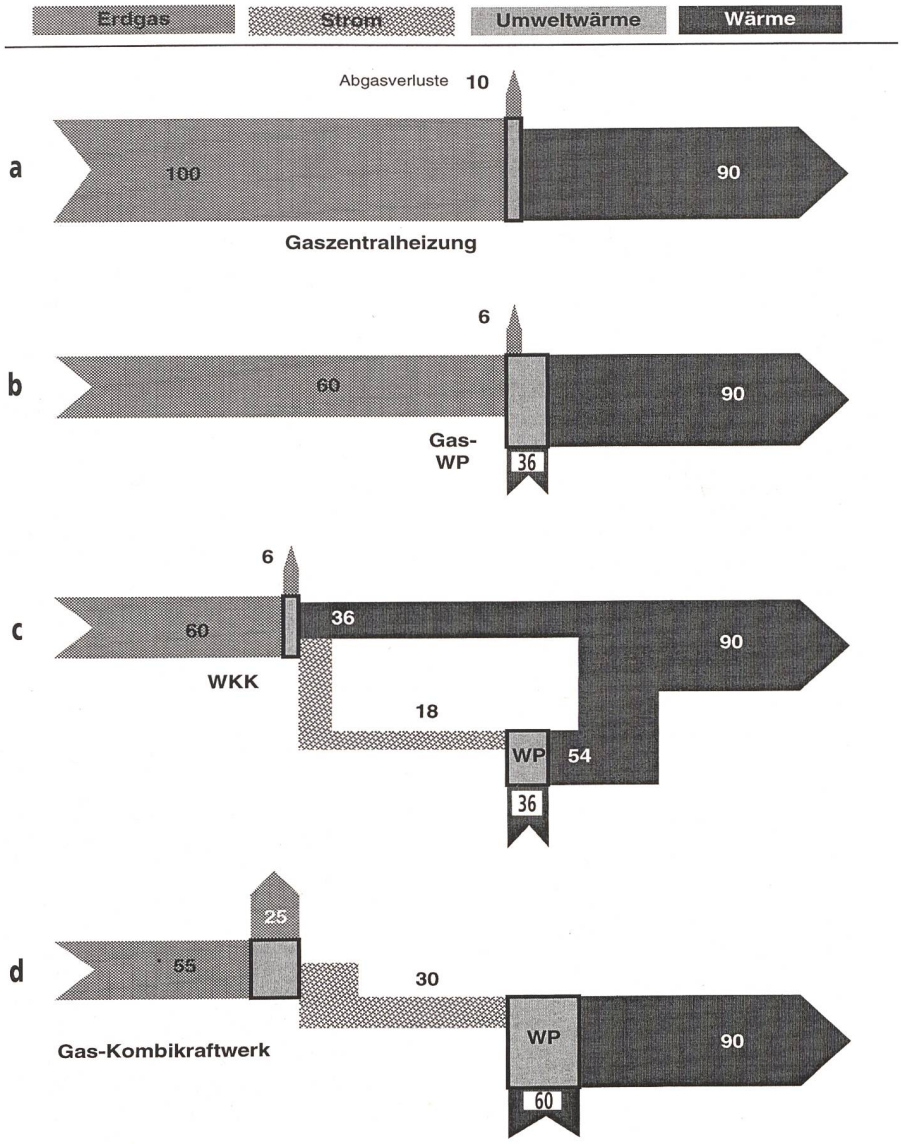

Bild 1 Vergleich des Primärenergieaufwandes für verschiedene Systeme zur Raumwärmeerzeugung auf Gasbasis (ohne Beiträge zur Stromversorgung).

a. Gasheizung mit einem Jahreswirkungsgrad von 90%.
b. Gas-Wärmepumpe, Nutzungsgrad 1,5.
c. Gas-WKK, 30% elektrischer Wirkungsgrad, 60% Wärmenutzung mit elektrischer WP, Jahresarbeitszahl 3.
d. System Gas-Kombikraftwerk, elektrischer Wirkungsgrad 55% mit elektrischer WP, Jahresarbeitszahl 3.
Für die Bereitstellung von 90 Einheiten Raumwärme werden bei der Gasheizung 100 Einheiten Gas benötigt, bei der Gas-WP und der Kombination WKK/WP 60 Einheiten, beim System Gas-Kombikraftwerk mit WP 55 Einheiten.

Hinzu kommen auch Überlegungen zur Infrastruktur. Das Stromnetz ist bereits in allen bebauten Regionen vorhanden, während zum Beispiel die Gas-Infrastruktur erst ab einer ausreichenden Nutzungsdichte wirtschaftlich ist und daher nie flächendekkend realisiert wird.

Bei der Wärmepumpe ist zudem noch eine Effizienzsteigerung durch eine technische Weiterentwicklung zu erwarten (Verbesserung der Arbeitszahl, weniger Strom, mehr Wärme aus der Umwelt).

Das System der zentralen Stromproduktion (Gas-Kombikraftwerk) und dezentralen Wärmepumpen weist neben einer hohen Energieeffizienz, bezogen auf die Primärenergie, wichtige zusätzliche Vorteile auf. Daher muss diese Option unbedingt offen gehalten werden.

Die **Widerstandsheizungen** sind heute ein wichtiger Bestandteil des Lastmanagements. Die energiewirtschaftlichen Überlegungen bezüglich der besseren Auslastung der Netz- und Produktionsanlagen sind und bleiben auch in absehbarer Zukunft gültig. Es ist daher ökonomisch und ökologisch nicht sinnvoll, funktionstüchtige, sparsam eingesetzte Widerstandsheizungen durch fossile Systeme vorzeitig oder überhaupt zu ersetzen (Stichwort «Graue Energie»).

Zur besseren Nutzung der ohnehin benötigten Anlagen zur Stromversorgung ist ein gewisser Grundbestand an Widerstandsheizungen zweckmässig.

Beim Ersatz von Widerstandsheizungen sind die Elektrizitätswerke bestrebt, dass die neuesten und effizientesten Wärmesysteme wie die elektrische Wärmepumpe und Wärmerückgewinnungsanlagen zur Anwendung kommen. Bezüglich des Lastmanagements weisen diese Systeme aber geringere Freiheitsgrade auf.

Die effizientesten Heizsysteme sind **Wärmepumpen und Wärmerückgewinnungsanlagen**, weil der Heizenergiebedarf zum grossen Teil mit Wärme aus der Umwelt oder Abwärme gedeckt wird. Der Primärenergieeinsatz ist damit wesentlich geringer.

Bei diesen Systemen müssen im Vergleich zu anderen Heizsystemen zurzeit noch höhere Investitionen getätigt werden. Die Wirtschaftlichkeit kann jedoch in Zukunft deutlich verbessert werden (Kostensenkung durch höhere Stückzahlen, Erhöhung der Arbeitszahlen, Senkung des Raumwärmebedarfs durch verbesserte Wärmedämmung und Luftwechsel; dadurch kann die Wärmepumpe möglichst klein gewählt werden).

Die Elektrizitätswerke fördern den Anschluss und die technische Entwicklung der Wärmepumpen mit Beratungen, neuen Tarifoptionen, der Installation und Wartung von Anlagen sowie mit dem Engagement in der Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz und am WP-Testzentrum in Töss.

Der Heizenergiebedarf kann in Zukunft durch bessere Wärmedämmung und konstruktive Massnahmen (z.B. angepasste Architektur) noch erheblich gesenkt werden. Bei Niedrigenergiehäusern, die zum Beispiel nur noch 2–4 kW Heizleistung benötigen oder weniger, muss die Wahl des Heizsystems genau evaluiert werden. Bereitstellungs- und Wärmeerzeugungsverluste werden immer bedeutender im Verhältnis zum Heizenergiebedarf. Die genaue Regelbarkeit und Anpassung an den Bedarf, unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Wärme (Sonneneinstrahlung, Abwärme von anderen Geräten, Belegung mit Personen) wird dann entscheidend sein. Hier bieten elektrische Heizsysteme unschätzbare Vorteile im Vergleich zu fossilen Anlagen (z.B. kombinierte Lüftungsanlagen mit WRG inkl. WP und Zusatzheizung).

Die Elektrizität wird daher gerade bei der effizienten, sparsamen und ökologischen Bereitstellung von Raumwärme in der Zukunft eine wichtigere Rolle einnehmen.

Quellen:

[BEW 80] *J. Schwarz, B. Wick*: «Wärmeverbrauch des Wohnsektors». Schriftenreihe des BEW (1980).

[GEI 94] Dr. *B. Geiger, W. Maier*, Dr. *U. Wagner*: «Energieverbrauch und Emissionen verschiedener Heizsysteme im Wohnungsbau». Energiewirtschaftliche Tagesfragen (1993) Heft 11.

[GES 93] Schweizerische Gesamtenergiestatistik 1993.

[GUW 90] Eidgenössische Volkszählung 1990 «Gebäude und Wohnungen». Bundesamt für Statistik (1993).

[ELS 93] Schweizerische Elektrizitätsstatistik 1993.

[ELS 75] Schweizerische Elektrizitätsstatistik 1975.

[VSE 94] Angaben VSE.

Le chauffage électrique – une application judicieuse au plan écologique et économique

Quelque 215000 soit 7% de tous les logements suisses sont aujourd'hui chauffés à l'électricité. Ces chiffres ressortent de la statistique de l'Union des centrales suisses d'électricité (UCS). L'avantage pour l'environnement: par rapport aux chauffage au mazout et au gaz, les chauffages électriques réduisent l'échange de polluants considérablement. A propos du seul dioxyde de carbone (CO_2), gaz nuisible à l'environnement, les charges polluantes se réduisent déjà de quelque 1,3 million de tonnes par an. Sans augmenter la consommation d'électricité, ce bilan peut encore être amélioré à l'avenir par l'emploi de pompes à chaleur. Dans une approche globale, les systèmes de chauffage électrique présentent d'autres précieux atouts spécifiques. L'électricité est appelée de ce fait à prendre à l'avenir un rôle croissant dans la production efficace, économe et écologique de chaleur ambiante.