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: 76 (1985)

Heft: 16

Artikel: Wassererwärmung in grossen Mehrfamilienhäusern : ein weitgehend ungenutztes Substitutionspotential

Autor: Spalinger, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904661

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: 12.07.2025

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

Wassererwärmung in grossen Mehrfamilienhäusern – ein weitgehend ungenutztes Substitutionspotential

R. Spalinger

Die Wassererwärmung ist eine sehr alte und von den Elektrizitätswerken gern gesehene Anwendung der elektrischen Energie. Bei den Einfamilienhäusern haben Elektro-Wassererwärmer heute einen hohen Verbreitungsgrad, in den grossen Mehrfamilienhäusern dagegen wird das Wasser zum überwiegenden Teil noch über die Öl-Kombikessel erwärmt. Hier liegen noch grosse Möglichkeiten brach für die Substitution von Erdöl, vor allem für den bivalenten Betrieb von zentralen Anlagen in bestehenden Gebäuden: Warmwassererzeugung im Sommer mit Strom, im Winter weiterhin mit dem Kombikessel. Mit dieser Nutzung des Sommerstromes könnte die Abgabe erheblicher Schadstoffmengen an unsere Umwelt vermieden werden.

Le chauffage de l'eau sanitaire est une utilisation de l'énergie électrique que les entreprises électriques appliquent volontiers et depuis très longtemps. Alors que dans les grands immeubles locatifs, l'eau est chauffée en grande partie encore dans des chaudières mixtes avec du mazout, les chauffes-eau électriques sont répandus largement de nos jours dans les maisons particulières. Le remplacement du pétrole, en particulier pour l'exploitation biénergie d'installations centrales dans des bâtiments existants, trouve ici de nouvelles et grandes possibilités: production d'eau chaude en été au moyen d'électricité, et en hiver au moyen de la chaudière mixte. Cette utilisation d'électricité d'été permettrait d'éviter la pollution de notre environnement par des quantités considérables de substances toxiques.

Adresse des Autors

Ruedi Spalinger, El.-Ing. HTL, INFEL (Informationsstelle für Elektrizitätsanwendung), Bahnhofplatz 9, 8023 Zürich

1. Markt- und Energieanteile bei der Wassererwärmung

Am Anfang dieses Jahrhunderts waren Holz und Kohle die hauptsächlichsten Energieträger für die Wassererwärmung. Schon bald jedoch begann sich der Elektroboiler zu verbreiten, und er hatte zwischen 1940 und 1950 die Holz/Kohle-Wassererwärmung weitgehend verdrängt. In dieser Zeit setzte dann aber auch der Siegeszug des Öl-Kombikessels ein, der den Marktanteil des Elektroboilers in kurzer Zeit erreichte. 1970 waren etwa gleich viele Gebäude mit Elektro- wie mit Öl-Wassererwärmern ausgerüstet. Als Folge der Ölkrise gewann dann aber der Elektroboiler wieder Anteile zurück. Figur 1 zeigt die Entwicklung der einzelnen Wassererwärmungsarten nach Anzahl der Gebäude, die damit in der Schweiz versorgt werden.

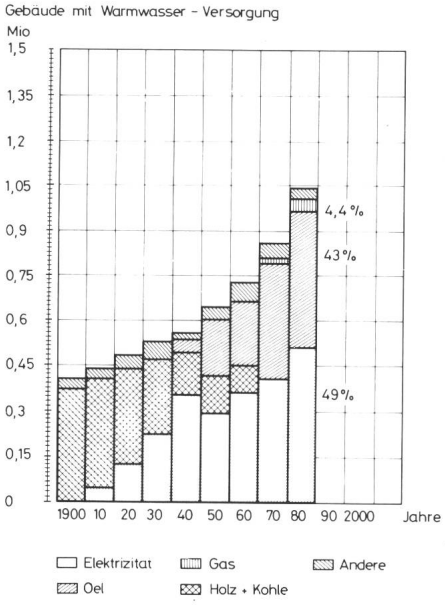

Fig. 1 Anteil der Energieträger für die Warmwasserversorgung der Schweiz nach Anzahl der Gebäude

Quelle: E. Graber, Elcalor AG, Aarau

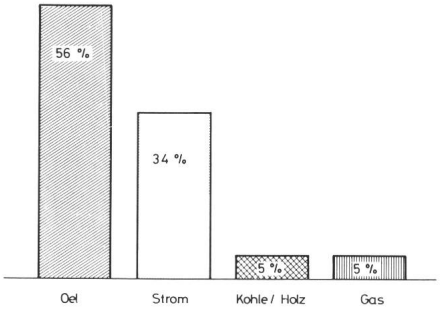

Fig. 2 Energiemengenanteil der verschiedenen Energieträger an der Wassererwärmung in der Schweiz 1984

Quelle: E. Graber, Elcalor AG, Aarau

Die Anzahl der Gebäude sagt aber noch nichts über die Energieanteile der einzelnen Energieträger aus. In den grossen Mehrfamilienhäusern wird das Warmwasser mehrheitlich noch mit dem Öl-Kombikessel erwärmt. Dies hat zur Folge, dass von der Energiemenge her gesehen das Öl immer noch den grössten Anteil an der Wassererwärmung hat, nämlich 56%. An zweiter Stelle folgt die Elektrizität mit 34%, in den Rest teilen sich alle andern. In Figur 2 sind diese Verhältnisse dargestellt.

Figur 3 zeigt die Anteile von Elektro-Wassererwärmern in den Gebäudekategorien Einfamilienhaus, kleines Mehrfamilienhaus (bis 4 Wohnungen) und grosses Mehrfamilienhaus. Die Zahlen für 1980 sind statistisch erhärtet, bei den andern handelt es sich um eine Hochrechnung aufgrund der Verkaufszahlen der Fabrikanten. Von den Einfamilienhäusern und den kleinen Mehrfamilienhäusern waren 1984 etwa 60% mit Elektroboilern ausgerüstet, bei den grossen Mehrfamilienhäusern jedoch nur etwa 30%.

Heute sind in der Schweiz etwa 750 000–800 000 Elektro-Wassererwärmer installiert. Im Jahre 1984 wurden gemäss Angaben der Fabrikanten etwa 70 000 Geräte verkauft, von denen jedoch über die Hälfte für den Er-

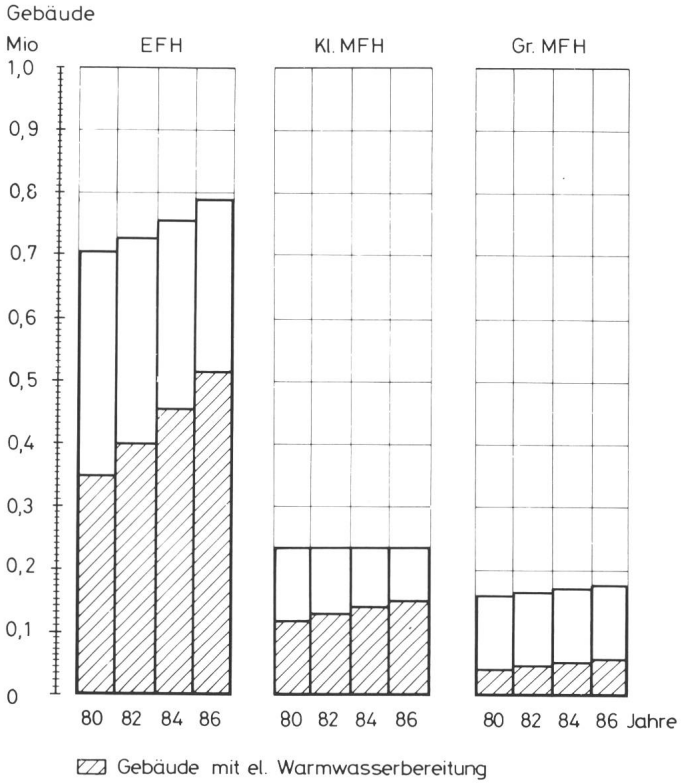

Fig. 3
Anteile der Elektro-Wassererwärmer in den Gebäudekategorien Einfamilienhaus (EFH), kleines Mehrfamilienhaus (MFH), grosses Mehrfamilienhaus
Quelle: E. Graber, Elcalor AG, Aarau

satz bestehender Anlagen bestimmt war. Bei den einzelnen Produktearten ist im Laufe der letzten Jahre eine starke Verlagerung vom Wandboiler zum Standboiler festzustellen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass heute tiefere Speichertemperaturen gefordert werden, was automatisch grössere Volumen hervorruft. Gleichzeitig ist ein grosser Anstieg der Verkaufszahlen von Hochschrankboilern zu vermerken. Da diese hauptsächlich in den einzelnen Wohnungen der Mehrfamilienhäuser installiert werden, ist dies doch ein Indiz dafür, dass der Elektroboiler auch in dieser Gebäudekategorie wieder vermehrt zum Zuge kommt.

2. Einzel-Wassererwärmer im Mehrfamilienhaus

Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden in Mehrfamilienhäusern die Elektroboiler sozusagen standardmässig eingesetzt, nämlich als Einbaumodelle neben dem Spülbecken unter dem Arbeitstisch in der Küche. Sie hatten einen Inhalt von 50–120 Litern, was dem damaligen Warmwasserbedarf durchaus entsprach. Durch die tiefen Ölpreise eroberte sich in den sechziger Jahren die zentrale Wasserversorgung mit dem Öl-Kombikessel den Markt im Mehrfamilienhaus praktisch zu 100%.

Während die Ölkrisen in den siebziger Jahren dazu führten, dass sich im Einfamilienhaus der Elektro-Wassererwärmer wieder durchzusetzen begann, war das im Mehrfamilienhaus nicht der Fall. Einerseits liessen das uneingeschränkte Warmwasser-Angebot der zentralen Versorgungen und gestiegene Komfort- und Hygieneansprüche den Warmwasserbedarf kräftig ansteigen. Figur 4 zeigt diese Entwicklung im Mehrfamilienhaus auf. 120 Liter Warmwasser sind heute in einer Wohnung von mehr als einem Zimmer zu wenig, vor allem auch, weil nach heutigen Erkenntnissen die Speichertemperatur nicht über 60 °C betragen sollte (Verluste, Kalkausscheidungen). Anderseits ist in modernen Wohnungen der Platz beschränkt und unter dem Arbeitstisch in der Küche von der Funktion her gesehen so wertvoll, dass er nicht mehr zur Speicherung von Warmwasser verwendet wird.

Aus diesen Gründen hat die einschlägige Industrie Geräte auf den Markt gebracht, die speziell für den Einbau in Normhochschränke vorgesehen sind. Sie haben 200–300 Liter Inhalt und können in einem Hochschrank möglichst im Zentrum der Warmwasserversorgung in der Wohnung installiert werden (Figur 5). Durch diese Lösung gelangt der Elektrowassererwärmer wieder vermehrt in die Mehrfamilienhäuser.

Die Vorteile liegen auf der Hand:
- Die verbrauchernahe Installation ermöglicht eine kurze Leitungsfüh-

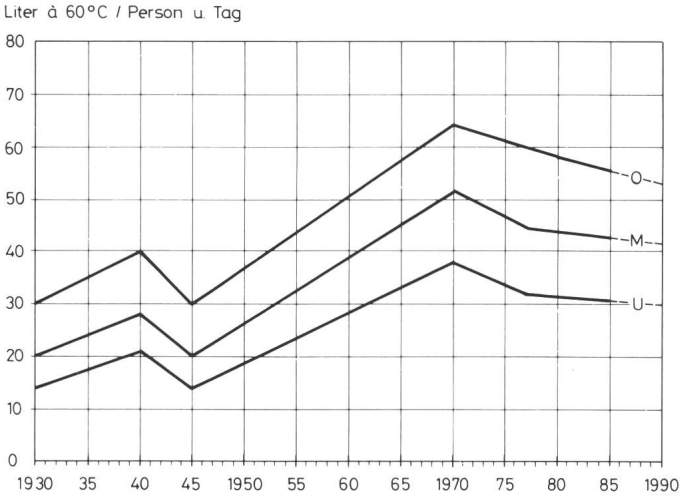

Fig. 4
Entwicklung des Warmwasserbedarfs in einem Mehrfamilienhaus. O = Oberer Grenzbereich, M = Mittelwerte, U = Unterer Grenzbereich
Quelle: K. Bösch, O. Fuchs, «Warmwasserversorgungen heute»

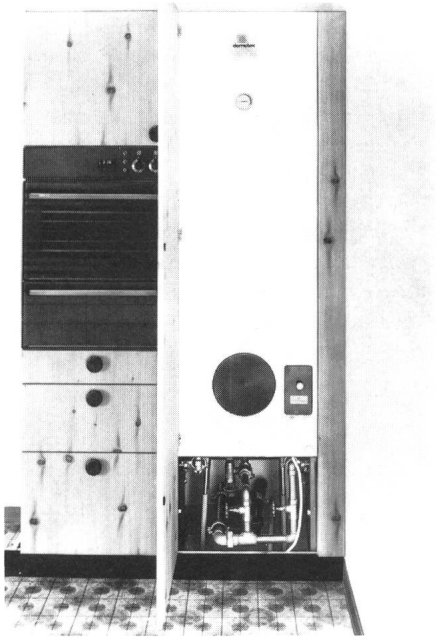

Fig. 5 Normhochschrank-Einbau-Wassererwärmer in der Küche

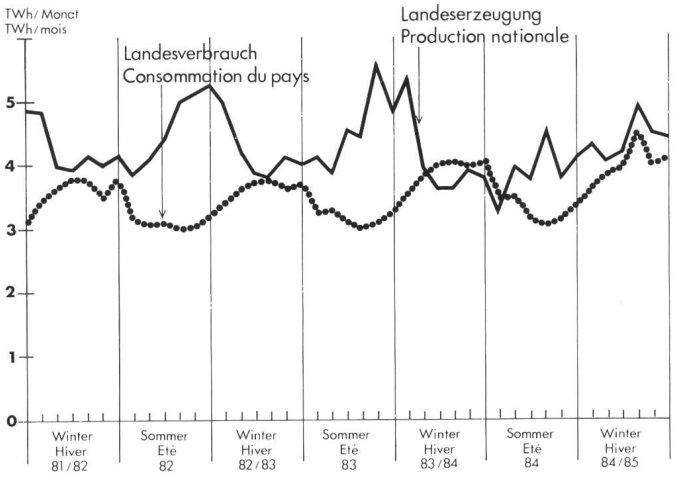

Fig. 6
Erzeugung und Verbrauch von elektrischer Energie in der Schweiz pro Monat

rung, es ist kein Zirkulationssystem notwendig. Die Energieverluste bleiben somit minimal.

- Die Warmwasserkosten werden über den Elektrizitätszähler jedem Mieter individuell verrechnet. Daraus resultiert ein enormer Spareffekt (Fachleute sprechen von 20% und mehr).
- Es wird Erdöl durch Elektrizität ersetzt und somit ein Beitrag zum Umweltschutz geleistet.

Die Einzelversorgung mit Hochschrankboilern kommt mehrheitlich in Neubauten zur Anwendung.

3. Möglichkeiten zur Sommerstromnutzung bei bestehenden Kombikessel-Anlagen

Ältere Öl-Kombikessel arbeiten im Sommer, wenn sie nur für die Wassererwärmung eingesetzt werden, mit einem schlechten Wirkungsgrad. Es ist deshalb verständlich, dass viele Besitzer und Bewohner von Mehrfamilienhäusern den Wunsch haben, die ölbefeuerten Kombikessel in den Sommermonaten stillzulegen und das Warmwasser elektrisch zu erwärmen.

Anderseits weist die schweizerische Strombilanz im Sommer einen Produktionsüberschuss auf, wie aus Figur 6 deutlich hervorgeht. Angesichts der Umweltbelastung durch die Ölfeuerungen und unserer Erdölabhängigkeit wäre es sicher sinnvoll, diesen Produktionsüberschuss im eigenen Land zu nutzen. 1984 betrug er etwa 4,7 Milliarden kWh.

3.1 Abschätzung des Substitutionspotentials

Man kann davon ausgehen, dass es heute in der Schweiz etwa 170 000 Mehrfamilienhäuser mit mehr als 4 Wohnungen gibt. In etwa 30% oder 50 000 Gebäuden dürfte das Warmwasser elektrisch erwärmt werden. Nimmt man an, dass von den übrigen die Hälfte auf bivalente Wasserversorgung umgestellt werden könnte, wären das etwa 60 000 Gebäude mit einer Einwohnerzahl von rund 2 Millionen. Wenn der Energieverbrauch für das Warmwasser pro Person und Jahr mit 1000 kWh angenommen wird, ergibt das für ein halbes Jahr ein Substitutionspotential von etwa 1 Milliarde kWh. Unter Berücksichtigung des schlechten Wirkungsgrades der Öl-Kombikessel im Sommer entspricht dies etwa einer Menge von 200 000 Tonnen Heizöl oder einem Eisenbahnzug mit Ölzisternenwagen von gut 50 km Länge.

Bei der Verbrennung dieser Menge entstehen etwa die folgenden Schadstoffe:

1400 Tonnen Schwefeldioxid (SO_2)
500 Tonnen Kohlenmonoxid (CO)
400 Tonnen Stickstoffoxide (NO_x)
100 Tonnen Kohlenwasserstoff (CH)
20 Tonnen Staub, Russ

Ein Wegfall dieser Schadstoffmengen würde dem Wald sicher gut bekommen, vor allem im Sommer, wenn die Vegetation besonders aktiv ist.

3.2 Wahl des Wassererwärmers

Herkömmliche *Nachtspeicher* eignen sich in einem Mehrfamilienhaus kaum für den nachträglichen Einbau zum bivalenten Betrieb mit dem Öl-Kombikessel. Zu grosser Platzbedarf, zu grosse Anschlussleistung und zu hohe Investitionskosten sind die Gründe dafür, dass diese Lösung nur in wenigen Fällen realisiert werden könnte.

Theoretisch wäre es auch möglich, das Wasser mit einem *Durchflusserhitzer* zu erwärmen. Bei diesen Geräten wird das Wasser während des Durchfliessens erwärmt. Dies bedeutet, dass die Erwärmerleistung auf den höchsten Spitzenbedarf ausgelegt werden muss. Daraus resultieren Anschlussleistungen, die in einem bestehenden Mehrfamilienhaus nicht vorhanden sind. Aus dem kleinen Wasservolumen des Durchflusserhitzers entstehen weitere Nachteile, nämlich grosse Temperaturschwankungen und kurze Schaltintervalle. Zudem können keine Sperrzeiten überbrückt werden.

Eine geeignete Zwischenlösung zu den obenerwähnten Systemen bietet der *Magro-Wassererwärmer* (genannt nach seinem Erfinder Max Grossen, BKW). Mit ihm können die Anforderungen erfüllt werden, die an einen Sommerboiler für ein bestehendes Mehrfamilienhaus gestellt werden müssen, nämlich:

- vernünftige Investitionskosten
- geringer Platzbedarf
- Möglichkeit zur Überbrückung von Sperrzeiten
- Abdeckung der Verbrauchsspitzen mit relativ geringer Anschlussleistung

3.3 Funktionsprinzip des Magro-Systems

Figur 7 zeigt den schematischen Aufbau eines Magro-Wassererwärmers. Das Wasser im Behälter wird unter Einhaltung einer klaren Schichtung zwischen Warm- und Kaltwasser von oben nach unten erwärmt. Der Thermostat Th 1 ist auf 60 °C eingestellt und steuert den Heizeinsatz E 1. Sobald die Wassertemperatur bei Th 2 57 °C erreicht, wird die Pumpe P1 im Ladekreislauf eingeschaltet, sofern die Wassertemperatur bei Th 3 unter 20 °C liegt. Nun wird kaltes Wasser von unten nach oben gefördert, bis die Temperatur bei Th 2 unter 57 °C sinkt. Jetzt wird die Ladepumpe wieder stillgesetzt, bis die Temperatur bei Th 2 wieder auf über 57 °C angestiegen ist. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis das ganze Speichervolumen erwärmt ist. Der Heizeinsatz wird ausgeschaltet, wenn bei Th 1 eine Temperatur von 60 °C erreicht ist. Während den Sperrzeiten sind der Heizeinsatz und die Ladepumpe nicht in Betrieb, und der Speicher wird entladen. Nach einer Sperrzeit steht sofort wieder warmes Wasser zur Verfügung, weil zuerst der obere Teil des Wasservolumens erwärmt wird.

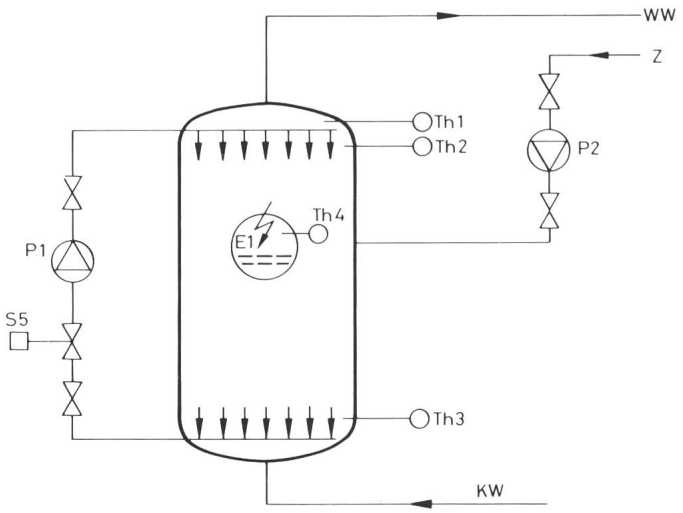

Fig. 7
Schematischer Aufbau eines Magro-Wassererwärmers

Je nach Druckverhältnissen muss evtl. im Ladekreislauf ein Steuerventil eingebaut werden, um eine Bypass-Wirkung über die Ladeleitung zu vermeiden. Zuführungs- und Entnahmerohr des Ladekreislaufes müssen so ausgelegt werden, dass der Ladevorgang keine Durchmischung der Warm- und der Kaltwasserzone hervorruft. Auch die Art und Weise sowie die Einführungshöhe der Zirkulationsleitung sind entscheidend, dass die Schichtung nicht durchmischt wird.

Da bei bestehenden Gebäuden die Einbringöffnungen sowie die Raumhöhen gegeben sind, müssen in grossen Mehrfamilienhäusern zwei oder auch mehrere Behälter verwendet werden, die problemlos in Serie geschaltet werden können.

3.4 Dimensionierung

Die Dimensionierung des Behältervolumens und der Erwärmerleistung werden am besten einem Sanitärfachmann überlassen. In bestehenden Gebäuden wird dieser den Warmwasserverbrauch über mehrere Tage registrieren und ein Verbrauchs-Summendiagramm für die einzelnen Wochentage erstellen. Auf dieser Grundlage und den bekannten Sperrzeiten für die Aufladung können Volumen und Erwärmerleistung bestimmt werden.

Als grobe Richtwerte (bei einer Sperrzeit von max. 2 Stunden hintereinander) können, je nach Wohnungsgrösse, eine Erwärmerleistung von 0,8–1,4 kW und ein Volumen von 20–40 Liter pro Wohnung angenommen werden.

3.5 Anforderungen für wirtschaftlichen Betrieb

Um während den Sommermonaten in Mehrfamilienhäusern die zentrale Warmwasserversorgung auf den Energieträger Elektrizität umzustellen, müsste für einen wirtschaftlich interessanten Betrieb der Strom zu folgenden Bedingungen geliefert werden:

- Dauer: mindestens 6 Monate
- Freigabezeit: 16–22 Stunden, Unterbrüche max. etwa 2 Stunden
- Tarif: etwa 6 Rp./kWh
- keine Netzkostenbeiträge

Es ist klar, dass der Verbrauch über einen separaten Zähler registriert werden müsste.

3.6 Wirtschaftlichkeitsberechnung an einem Beispiel

Das folgende Berechnungsbeispiel beruht auf Werten aus der Praxis mit folgenden Grundlagen:

- Objekt: Mehrfamilienhaus mit 20 4-Zimmer-Wohnungen
- max. täglicher Warmwasserverbrauch: 5500 Liter
- durchschnittlicher täglicher Warmwasserverbrauch: 3800 Liter (inkl. aller Verluste)
- Gerätenutzungsgrad des Kombikessels im Sommer: 60%
- Gerätenutzungsgrad des Magro-Wassererwärmers: 88%
- Ölpreis: Fr. –.70/kg
- Elektrizitätspreis: 6 Rp./kWh
- Magro-Wassererwärmer: 800 l Inhalt, 27 kW Leistung

● *Investitionen:*

Magro-Wassererwärmer:	Fr. 4900.–
Montage und Sanitär-Installation	Fr. 1700.–
Elektro-Installation:	Fr. 1800.–
Separater Zähler:	Fr. 400.–
Anlagekosten:	Fr. 8800.–

● *Amortisationskosten:*

Zins 5,5%, Abschreibedauer 20 Jahre, ergibt eine Annuität von 8,4%.
Amortisationskosten: Fr. 740.– p.a.

● *Energiekosten:* (Sommerhalbjahr)

Öl-Kombikessel:	
5 700 kg à Fr. –.70 =	Fr. 3990.– p.a.
Magro-Wassererwärmer:	
45 200 kWh à Fr. –.06 =	Fr. 2712.– p.a.
Minderkosten Magro-Wassererwärmer:	Fr. 1278.– p.a.

Die Energiekosteneinsparung durch den Elektro-Wassererwärmer im Sommer ist bedeutend höher als die Amortisationskosten für die Anlage. Die Investitionen sind in rund 7 Jahren zurückbezahlt.

4. Schlussbemerkungen

Es ist durchaus auch möglich, eine Luft/Wasser-Wärmepumpe in den Ladekreislauf eines Magro-Wassererwärmers zu schalten. Da in einem Mehrfamilienhaus wegen der relativ langen Zirkulationsleitungen eine Wassertemperatur im Erwärmer von 60 °C notwendig ist, müsste mit einem Elektroeinsatz das Wasser im oberen Teil von etwa 55 auf 60 °C nacherwärmt werden. Auch eine solche Anlage lässt sich ohne weiteres amortisieren.

Die beschriebene Substitutionsmöglichkeit mit der elektrischen Wassererwärmung im Sommer hat verschiedene Vorteile:

- Sie ist umweltfreundlich, da bedeutende Mengen an Erdöl eingespart werden können.
- Sie nutzt die Energie besser aus, da der Sommerbetrieb des Kombikessels mit schlechtem Nutzungsgrad vermieden wird.
- Sie bietet eine Möglichkeit für die Nutzung des Sommerstromüberschusses im eigenen Land.
- Sie könnte innert kurzer Zeit verwirklicht werden.