

Zur Geschichte der elektrischen Raumheizung

Von A. Imhof

697.27(091)

Die Entwicklung der elektrischen Heizungstechnik seit ihrem Beginn in den ersten Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts wird dargestellt. Einleitend werden einige historische Hinweise auf die spärlichen, der Raumheizung vorangehenden Beobachtungen an elektrisch geheizten Drähten gegeben. Die hauptsächlichsten Entwicklungen vollzogen sich zwischen etwa 1905 und 1950, eine gründliche technische und architektonische Ausarbeitung besonders in den letzten etwa 15 Jahren.

Description de l'évolution de la technique du chauffage à l'électricité depuis les premières années de ce siècle, en commençant par un bref historique des rares observations faites avec des fils chauffés électriquement. Les principaux développements se sont produits entre 1905 et 1950, l'élaboration technique et architectonique plus approfondie ayant eu lieu surtout durant les 15 dernières années.

1. Erkenntnisse über Elektrowärme im 19. Jahrhundert

Die Geschichte der Technik zeigt bisher kein grosses Interesse am Werden der elektrischen Raumheizung. Während die Entdeckung der galvanischen Elektrizität, der Induktion und der magnetischen Kraftwirkung die Gemüter jeweils stark bewegte, wird in historischen Betrachtungen die Wärmewirkung des Stromes nur gelegentlich kurz erwähnt. Dass sich ein schlechter Leiter beim Stromdurchgang erhitzt und glühend wird, soll *Graf Antoine François de Fourcroy* [30] etwa um das Jahr 1800 beim Experimentieren mit galvanischen Zellen beobachtet haben, ohne jedoch dieser Erscheinung weitere Aufmerksamkeit zu schenken. Hier ist auch *Davys* Beobachtung der Widerstandszunahme mit der Temperatur zu erwähnen [30]. Eine der ausführlichsten Darstellungen über die Wärmewirkung findet sich im ersten Band des Werkes «Die gesamten Naturwissenschaften, für das Verständnis weiterer Kreise und auf wissenschaftlicher Grundlage bearbeitet, eingeleitet von Hermann Masius 1873» [2]:

«Die Wärmewirkungen des electricischen Stromes bestehen darin, dass ein dünner kurzer Drath, der zwischen den beiden Polen einer Batterie ausgespannt wird, seine Temperatur erhöht, so dass er bei hinreichend starkem Strome sogar glühend und geschmolzen werden kann; ein gewöhnlicher Strom von 10 bis 20 Elementen bringt fusslangen und sehr dünnen Eisendrath zur Weissgluth, ja sogar einen meterlangen und centimeterdicken Platindrath in blendender Weissgluth zum Schmelzen. Die Wärme entsteht durch den Widerstand, welchen der Drath dem Fortfliessen des Stromes entgegensemmt; hierdurch wird ein Theil des Stromes aufgezehrt und in eine andere Art von Molecularbewegung, in Wärme, umgewandelt. Die entwickelte Wärme wird desshalb bei gleichbleibender Stromstärke um so grösser, je grösser der Widerstand, also je dünner der Drath ist, und je schlechter derselbe leitet; ein dünner Drath kommt eher zum Glühen als ein dicker, Eisendrath eher als Kupferdrath. Wird eine Kette von Silber- und Platindräthen eingespannt, so sind die ersten noch dunkel oder glühen nur roth, während die letzteren schon die Weissgluth erreicht haben. Indessen darf doch für das galvanische Glühen die Leistungsfähigkeit und die Dicke des Drathes nicht allzu gering sein, weil sonst der Strom, die erste Bedingung zur Gluth, so sehr geschwächt würde, dass er nicht mehr kreisen könnte; ebenso darf der Drath nicht zu lang sein, weil hierdurch ausser der Stromschwächung auch noch eine so weite Vertheilung der entwickelten Wärme bewirkt würde, dass dieselbe für die Gluth nicht ausreichend wäre. Das galvanische Glühen hat Anwendung zum Sprengen gefunden; da hierbei indessen meistens erforderlich ist, dass mehrere Patronen sich gleichzeitig entzünden, und weil dies durch den Inductionsfunken sicherer erreicht wird, als durch das galvanische Glühen, so wendet man jetzt mehr den ersteren zur Minenzündung an.»

Ein anderes Werk aus jener Zeit enthält als Äusserung über die Wärmewirkung des elektrischen Stromes den Text:

«In der Chirurgie benutzt man die Erhitzung schwacher Platin-drähte durch den galvanischen Strom, um Fleischpartien abzubrennen. Der Draht wird um den zu operierenden Teil gelegt. Darauf schliesst man die Kette und schnürt die Drahtschlinge zu oder schneidet mit dem glühenden Faden, wie der Seifensieder mit dem Draht Seife schneidet.»

Kehren wir hier zurück in die ersten Zeiten der physikalischen Erkenntnisse über die Wärmewirkung des Stromes: Diese wurde 1837 und 1838 von *Riess* mit Reibungselektrizität bei der Entladung von Leydenerflaschenbatterien genauer untersucht. Er stellte fest, dass die Temperaturerhöhung des hiefür verwendeten Drahtes infolge der Entladung dem Quadrat der Elektrizitätsmenge dividiert durch die Entladungszeit proportional ist und dass das Ende der Entladung um eine Zeit verzögert wird, welche der Länge des Drahtes proportional ist, dass ferner diese Zeit noch von der Natur des Drahtes abhängt. *Riess* nannte sie «Verzögerungskraft» des Drahtes; sie erhielt später die Bezeichnung *Spezifischer Widerstand*. Dass diese bedeutungsvollen Versuchsergebnisse damals nicht in ihrem ganzen Inhalt erkannt wurden, lag wohl in erster Linie an den schwer übersehbaren Verhältnissen bei begrenzten Mengen von Reibungselektrizität. So fiel dann die bedeutungsvollste Entdeckung auf diesem Gebiet 1841 dem Erforscher der Wärmewirkung des galvanischen Stromes zu, dem Engländer *Joule* [30]. Das nach ihm benannte Gesetz lautet: $Q = 0,24 J^2 R \cdot t = 0,24 \cdot U \cdot J \cdot t$. Dabei ist J die Stromstärke in A, U die Spannung in V, R der ohmsche Widerstand in Ohm und t die Zeit des Stromdurchflusses in s. Es war offenbar jahrzehntelang in naturwissenschaftlichen Kreisen wenig bekannt. Unter Anwendungen nennen die Lehrbücher vor der Jahrhundertwende die Lichtwirkungen der Bogenlampe und der Glühlampe und den elektrischen Schmelzofen. Von der Raumheizung ist keine Rede, auch nicht in etlichen Lehrbüchern der Experimentalphysik, die im übrigen den technischen Belangen sehr zugetan sind.

Geht der Suchende dann über zur elektrotechnischen Zeitschriftenliteratur, so findet er wenige Jahre später bereits interessante Mitteilungen über elektrische Raumheizung, wobei er freilich den Eindruck hat, dass das elektrische Kochen und Platten viel stärker interessierte. Aus allen diesen Äusserungen erkennt man, dass es rund 60 Jahre brauchte, bis die physikalische Erkenntnis der Wärmewirkung des Stromes zur technischen Anwendung für die Raumheizung führte. Diese Dauer ist nur zu verstehen, wenn man bedenkt, dass es am Ansporn eines Bedarfs fehlte und zudem die Kraftwerke und Stromverteilanlagen um die Jahrhundertwende noch «dünngesäht» waren. Anders war es beim Elektromotor: Er entsprach einem dringenden Bedürfnis und bot den Erfindern auch interessantere Probleme. Ihres späten Beginnes wegen verlangt die Geschichte der elektrischen Raumheizung eine andere Beurteilung als etwa die Geschichte der Dynamomaschine, der Motoren oder der Nachrichtentechnik, da sie von einem weit höheren Entwicklungsstand der gesamten Technik ausgehen konnte. Ihre frühen Erzeugnisse waren deshalb grossenteils schon gut brauchbar, verdiensten aber trotzdem weniger Bewunderung der erforderlichen Leistung.

2. Erste Elektroöfen für Raumheizung [3...12]

1859 erhielt der Amerikaner *Geo B. Simpson* aus Washington das USA-Patent für einen «Electroheater». Er schilderte seinen Apparat als Lagerung eines schraubenförmig gewickelten Platindrahtes in den halbrunden Nuten einer isolierenden Unterlage aus Kreide und Speckstein. Dieser Apparat sollte, an einer galvanischen Batterie angeschlossen, Räume wärmen, Wasser sieden, Nahrungsmittel kochen usw. Selbstverständlich hatte aber eine elektrische Raumheizung, die den Strom aus einer galvanischen Batterie beziehen musste, nicht die geringste Aussicht, angewandt zu werden. In den achtziger Jahren tauchten dann mehrere neue Patente für elektrische Heizung auf, und an der elektrischen Ausstellung in Wien von 1883 sah man elektrische Öfen mit Heizdraht aus Platin und auch ein Heizkissen mit Heizdraht aus Neusilber. Die späten neunziger Jahre brachten den Übergang vom blossen Pröbeln zur fabrikmässigen Herstellung von Heiz- und Kochgeräten; AEG Berlin begann 1896 Kochplatten und Heizgeräte zu fabrizieren, und in Frankfurt a. Main wurde für diese Technik die Prometheus G.m.b.H. gegründet; diese errichtete 1899 in Liestal eine Niederlassung. 1907 ist das Gründungsjahr der Therma in Schwanden, die sich alsdann mit der Fertigung von Haushaltgeräten der Elektrowärme befasste. 1911 kam für die Heizwiderstände aus Amerika ein neues Material auf, die Chromnickellegierung, die für alle elektrischen Heizwiderstände eine beträchtliche Qualitätsverbesserung bedeutete. Chromnickeldrähte und -bänder haben ihr damaliges Anwendungsfeld bis heute behauptet [3].

Aus dem seinerzeit sehr bekannten Buch «Kurzer Abriss der Elektrizität» von *Grätz* (1910) stammt Fig. 1, ein sog. Heizregister, von dem man beliebig viele parallel schalten kann. Diese dienen zum Heizen von Zimmern, Schaufelstern, Tramwagen. Sie werden dann gewöhnlich mit einem Mantel von durchlochtem Eisenblech umgeben. Im genannten Buch wird über die Heizkörper gesagt:

«Zum Teil bestehen sie aus dichten Tonkörpern, welche Rinnen zur Aufnahme von Platindrähten besitzen. (Platin ist damals offenbar noch nicht sehr teuer gewesen, es wurde auch in den ersten Jahrzehnten des letzten Jahrhunderts als Anode in galvanischen Elementen verwendet.) Die Joulesche Wärme, die in den Drähten entwickelt wird, teilt sich dem Tonkörper mit, der sie vermöge seiner geringen Leitfähigkeit lange aufgespeichert hält. Zum Teil bestehen die Heizkörper aus Glimmerstreifen, auf denen eine dünne Silberschicht eingebrannt ist, durch welche der Strom geleitet wird. Von aussen sieht man natürlich von den Heizkörpern nichts, sondern man sieht nur die Drahtschnüre, durch welche der Strom ihnen zugeführt wird.»

Während auf etlichen andern Sektoren der Technik bei historischem Rückblick jeweils Namen von Ingenieuren genannt werden, die zur Entwicklung durch Erfindungen oder Entdeckungen wesentlich beigetragen haben, schweigt sich die Geschichte auf dem Gebiet der elektrischen Raumheizung diesbezüglich nahezu aus. Die Dampfmaschine, die Dynamomaschine, die Telegraphie usw. boten interessante und bewunderte Eindrücke, während elektrische Raumheizgeräte eher monoton wirken. Freilich, dem «Kohlelicht», d.h. dem

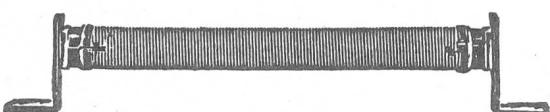


Fig. 1 Heizregister [10]

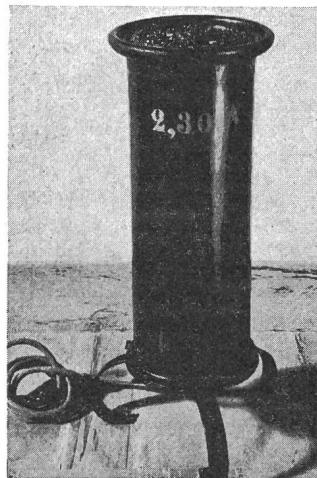


Fig. 2

Elektroofen mit Mantel aus Eisenblech, Versuchskonstruktion Wysslings [32]

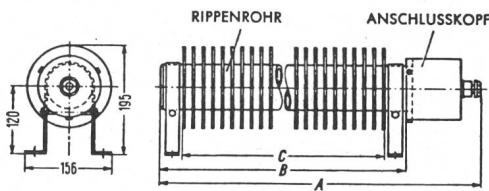


Fig. 3 Rippenrohr-Heizkörper [10]

elektrischen Lichtbogen, wurde in den Jahren etwa 1843 bis 1875 grösstes Interesse entgegengebracht, dies nicht im Sinne der Wärmewirkung, sondern des Lichtes in einer zuvor bei weitem nicht bekannten Intensität. Seine Wärmeerzeugung wurde damals nur als lästige Nebenwirkung empfunden; diese ist es aber, die später für die Chemietechnik und die Metallurgie zu sehr grosser Bedeutung gelangte. Auch das Licht des glühenden Drahtes fand mit der Glühlampe grösste Beachtung und Bewunderung. Für die Raumheizung bestand dagegen sehr wenig Bedarf, besonders da um 1880 die Dampf- und die Warmwasser-Zentralheizung frappante Fortschritte der Heiztechnik brachten und auch Gasöfen verschiedener Systeme aufkamen. Als dann gegen Ende des 19. Jahrhunderts die elektrische Energie in grosser Menge mit Dynamomaschinen erzeugt, mit Transformatoren deren Spannung zwecks Fernleitung erhöht und es damit schliesslich zur Verteilung der Energie in die Wohnhäuser kam, war an die elektrische Raumheizung erst zu denken. Aber sie war, wie erwähnt, selten nötig und relativ teuer. Erschwerend wirkte zunächst der Umstand, dass die Betriebsspannung der Niederspannungsnetze noch nicht genormt war. Nach vielen Diskussionen in den Jahren 1900...1915 kam es dann zur Einheitsspannung von 220 V.

So blieb die Raumheizung noch etliche Jahre nur Aushilfs- und Ergänzungsheizung kleiner Leistung. In technischer Hinsicht bot sie freilich auch Probleme, aber deren Lösung ergab sich in zahlreichen Schritten während Jahrzehnten. Und diese Schritte wurden, in Varianten, meist in mehreren Fabrikationsfirmen annähernd gleichzeitig gemacht. Die Entwicklung der Haustechnik vollzog sich viel intensiver hinsichtlich Beleuchtung, Kochen, Platten und Reinigen. Freilich, als dann der erste Weltkrieg Kohle und Gaskoks sehr rar werden liess – Ölheizungen waren noch nicht üblich –, richtete sich das Interesse intensiver der elektrischen Heizung zu, so dass in wenigen Jahren etliche brauchbare Ofensysteme entstanden, teils für Aushilfsheizung einzelner Räume oder während begrenzter Zeiten, ausnahmsweise als alleinige Beheizung. Hiermit erfuhr

die Technik der elektrischen Raumheizung wesentliche Fortschritte und auch deren architektonische Gestaltung, die bis dahin noch vom Stil der gusseisernen Kohleöfen und Gasöfen beeinflusst war (Fig. 2). Die Elektrizitätswerke zeigten zunächst zum Teil nicht grosse Begeisterung; diesbezügliche Diskussionen sind in zahlreichen Publikationen niedergelegt [5]. Nach und nach änderte sich freilich diese Einstellung.

Zu den frühen technisch gründlich durchdachten Anwendungen der elektrischen Raumheizung gehört diejenige in den elektrifizierten Eisenbahnen. Eingehend beschrieben sind die Heizkörper zum Beispiel im bedeutenden Werk «Rhätische Bahn, der elektrische Betrieb auf der Linie des Engadins», das 1915 herauskam und sich auf einen Stand der Technik etwa von 1912 bezieht. Bei der Wahl der Heizkörper wurde auf möglichst kurze Anheizzeit besonderer Wert gelegt. Bevorzugt wurden Heizkörper, die neben geringem Gewicht und einfacher Bauart in kürzester Zeit eine konstante Temperatur annehmen. Man machte Anheizversuche mit Heizkörpern von sieben verschiedenen Bauarten. Die Endtemperatur wurde, je nach Bauart, in etwa 15...45 min erreicht. Als Vergleich: heute gibt es zuverlässige elektrische Öfen von z.B. 2 kW Leistung, welche ihre Endtemperatur in 2...5 min erlangen.

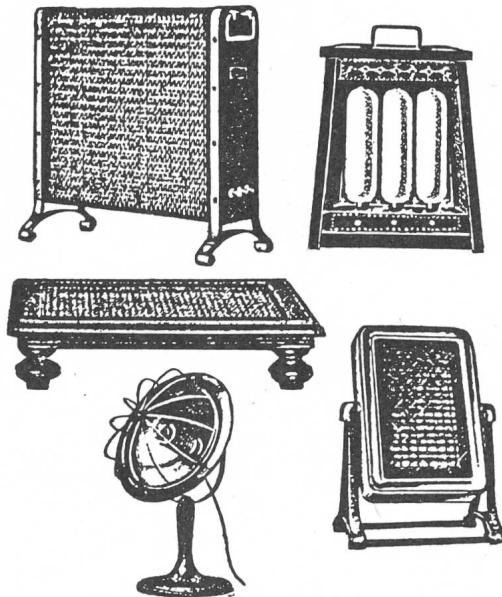
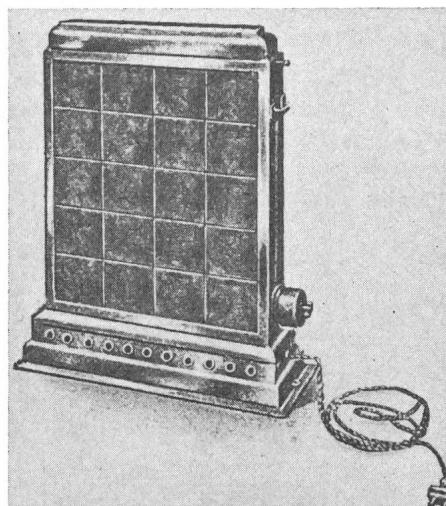


Fig. 4 Einige Ausführungsarten elektrischer Heizkörper aus der Zeit etwa 1910...1940 [10]

Fig. 5
Halbspeicher mit Chamottekörper und Kachelverkleidung.
Bachmann und Kleiner 1920



3. Wesentliche Entwicklungen [11, 13...29]

Die elektrotechnische Fachliteratur der Zeiten etwa 1915 bis 1925 beschreibt bereits mehrere Systeme elektrischer Öfen für Wohnräume, sowohl direkt heizender wie auch von *Speicheröfen*. Letztere fanden fortan das Hauptinteresse auch seitens der Elektrizitätswerke, weil sie ermöglichen, die Energie nachts zu beziehen, während die Industriebelastung ausfällt. In [21] wird u.a. eine für die damalige Zeit (1923) erstaunlich grosse Anwendung von 48 architektonisch schönen Speicheröfen mit keramischer Verkleidung gezeigt. Sie haben Anschlusswerte teils von 1,8 kW, teils von 3,6 kW. In technischer Hinsicht erfuhren denn auch vor allem die Speicheröfen (Fig. 7, 8) Verbesserungen verschiedener Art: tunlichste Verkleinerung des Speichervolumens im Verhältnis zur Speicherenergie und damit Verkleinerung der Ofenabmessungen, erreicht durch bessere Wärmeisolation, bessere Speicherklötze und höhere Maximaltemperatur, Verbindung der Speicherheizung mit nach Bedarf einschaltbarer Direktheizung, nach Belieben Abgabe der Wärmeenergie durch Strahlung und Konvektion einerseits, durch verstärkte direkte Wärmeabgabe mittels eines Lüfters anderseits, wählbare Begrenzung der Aufladeenergie, dies auch mittels automatischer Anpassung an die

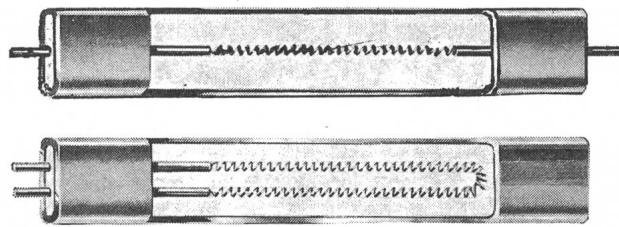


Fig. 6 Einleiterheizstab mit Heizdrahtspirale in keramischer Masse, metallisch umhüllt [35]

Etwa von 1925 bis heute. Analog ist der Aufbau heutiger Heizkabel für Fußbodenheizung, Deckenheizung, Frostfreiheit auf Straßen, Brücken, Garageinfahrten. Um den Heizleiter eine koaxiale Schicht aus Magnesiumoxyd, um diese ein metallischer Mantel und zu äusserst eine PVC-Schicht. (Câbles Cortaillod SA)

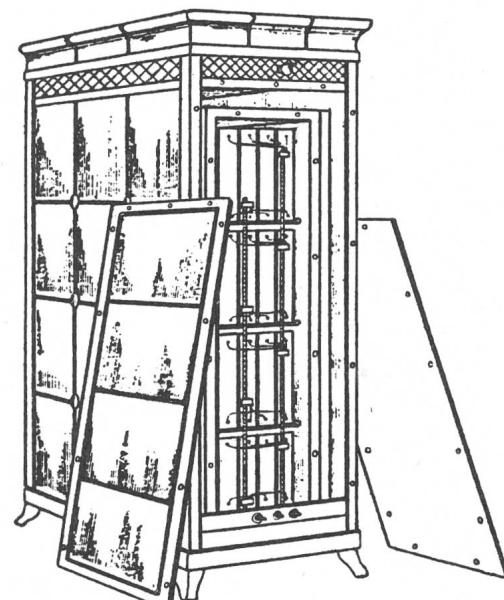


Fig. 7 Speicherofen, Vorderwand abgehoben
Kummler und Matter AG

jeweilige Witterung, Verminderung des Lüftergeräusches, schöner architektonische Ausführung, besonders durch Verwendung keramischer Kacheln. Sehr üblich wurde eine Bauform, welche die Aufstellung des Ofens unter Fenstergesimsen ermöglicht, wie dies bei Warmwasserzentralheizungen üblich ist. Wesentliche Entwicklung erfuhr auch die elektrische Zentral-Speicherheizung, bei welcher die Erwärmung des Wassers in einem zentralen grossen Speicher erfolgt.

Als meistens beste Lösung für Wohnungen mit mehreren Räumen wurde nach und nach eine Verbindung von Speicherheizung und direkter Heizung erkannt, die darin besteht, im Tagesaufenthaltsraum einen Speicherofen anzubringen, dazu zur Überbrückung von Kälteeinbrüchen und zur raschen Anpassung der Raumtemperatur an die Bedürfnisse eine Direktheizung durch den Speicherofen selbst oder durch zusätzliche, nach Belieben einschaltbare direkt heizende Öfen mässiger Leistung. Andere Räume, insbesondere die Schlafzimmer, erhalten ausschliesslich die viel billigeren und kleineren direkt wirkenden Öfen, für die sich meist leicht ein geeigneter Platz findet. Sie werden nach Bedarf eingeschaltet. Eine grosse technische Verbesserung solcher Öfen ist seit etwa 1967 der Einbau-Thermostat-Regulierschalter, der eine stetige oder feinstufige Heizleistungseinstellung erlaubt und diese automatisch festhält. In den Büchern über elektrische Raumheizung aus den Jahren 1964 und 1975 findet man sie noch nicht.

In Erkenntnis, dass mässig warme Zimmerwände in bezug auf die Behaglichkeit der Heizung eine wichtige Rolle spielen, wurden, etwa ab 1940, die Heizwände, auch *Panelöfen* genannt, entwickelt und stark propagiert, so besonders in Holland. Es sind dies flache Heizkörper mit niedriger Heizleistung pro dm^2 ihrer Oberfläche, mit guter Wärmeisolierung auf ihrer Rückseite. Sie werden direkt auf die Zimmerwände montiert (Fig. 10), oder, bei einem andern System, als Heizwände in kleinem Abstand von der Raumwand. Trotz ihrer Annehmlichkeit vermochten sie sich nicht allgemein einzuführen, weil es meist an frei verfügbaren grossen Wandflächen mangelt.

Verwandt mit diesem System sind die *elektrische Deckenheizung* und die *Fussbodenheizung*. Beide Arten kannte man schon etwa um 1905 in Angleichung an die analoge Warmwasserzentralheizung. Solche Heizsysteme wirken mit niedriger Oberflächentemperatur; ihrer allgemeinen Einführung stehen Nachteile entgegen, wie relativ hohe Herstellungskosten und die Trägheit der Heizwirkung. Schon recht früh, etwa um 1905, gab es direkt wirkende elektrische Fussheizöfen in zahlreichen Kirchen, ferner in Werkstätten und Materiallagern in geeigneter Höhe montierte, relativ lange Rohrheizkörper.

Eine architektonisch sehr schöne Bauart aus der Zeit um 1943, die in bezug auf den Heizeffekt zwischen dem Panelofen und dem Direktofen liegt, ist der Flächenheizkörper für mässige Oberflächentemperatur, die aber doch über derjenigen der Panelöfen liegt. Ihre Heizwicklung aus Widerstandsband ist grossflächig auf Hartpapier- oder Eternitplatten verteilt. Darüber befindet sich eine dünne Deckschicht aus epoxidharzimprägniertem Glasfaserstoff. Diese mobilen Kleinheizgeräte, die vorwiegend in den Heiz-Übergangszeiten eingesetzt werden, haben beträchtliche Bedeutung erlangt; deren Gesamtzahl in der Schweiz wurde schon im Jahre 1975 auf über eine Million geschätzt. Ihr Energieverbrauch dürfte etwa 2...3% des schweizerischen Gesamtstromverbrauchs betragen [31].

Die Zahl der verschiedenen *leicht tragbaren Direktheizgeräte* und ihre Ausführungsformen wuchs recht früh. Schon um 1940

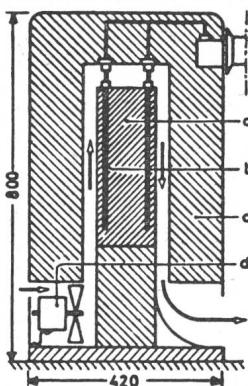


Fig. 8 Speicherofen, Prinzipdarstellung [25]

a Speicherkernd c starke Wärmeisolierung
b Elektro-Heizkörper d Lüfter zur Wärmeentnahme

gab es *Infrarotstrahler*, bestehend aus einem Parabolspiegel und dem in seiner Achse befindlichen keramischen Träger der Heizdrahtspirale, dann der ebenfalls leicht tragbare Typ mit zwei parallelen prismatischen Spiegeln, in deren Achse sich je ein keramischer Stab mit aufgewickelter Heizspirale befindet. Etwas später trat an Stelle der offenen Drahtspirale ein metallisch umschlossener, keramisch umgossener Heizdraht (Fig. 6). Die Infrarotstrahler eignen sich hauptsächlich zur Montage an Wänden, etwa in Badezimmern oder Küchen. Als tragbare Öfen sind sie berührungsgefährlich und deshalb kaum mehr verwendet. Eine spätere Bauart, die grosse Verbreitung erlangte, ist der mit einem Lüfter versehene Heizlüfter (Fig. 10). Er ist heute noch als Aushilfsheizgerät beliebt wegen seinen kleinen Abmessungen, dem kleinen Gewicht und der sehr rasch bemerkbaren Wirkung. Seine Leistung (Ausführungen bis 2000 W) ist meist in drei oder vier Stufen regulierbar. Das Lüftergeräusch und der «Wind» müssen freilich in Kauf genommen werden.

Zu den ersten *tragbaren* elektrischen Öfen gehören die in der Form kofferähnlichen, blechummantelten Typen (Fig. 4 oben). Sie enthalten im Innern die Heizspiralen tragenden

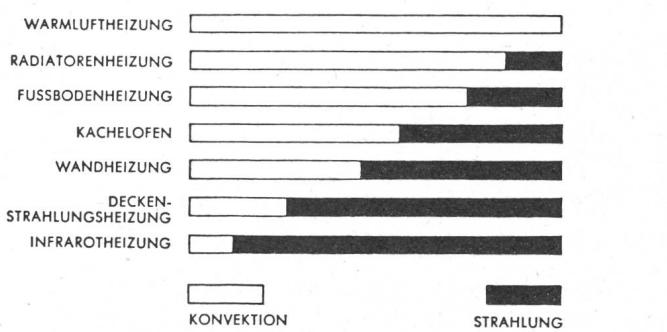


Fig. 9 Anteile von Strahlung und Konvektion bei verschiedenen Heizsystemen [29]

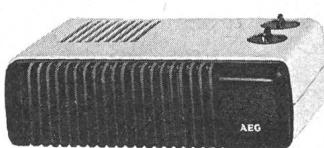


Fig. 10 Heizlüfter 2000 W, heutige Ausführung

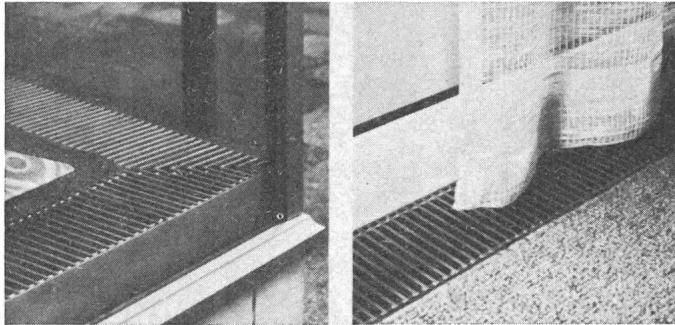


Fig. 11 Bodenumrandungs-Heizsystem, versenkt und unversenkt



Fig. 12 Fussleistenkonvektor, heutige Ausführung
Mantel AG

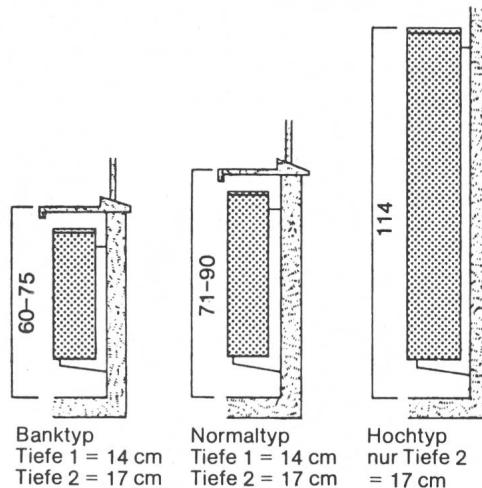


Fig. 14 Mischheizspeicher, heutige Bauarten
Mantel AG

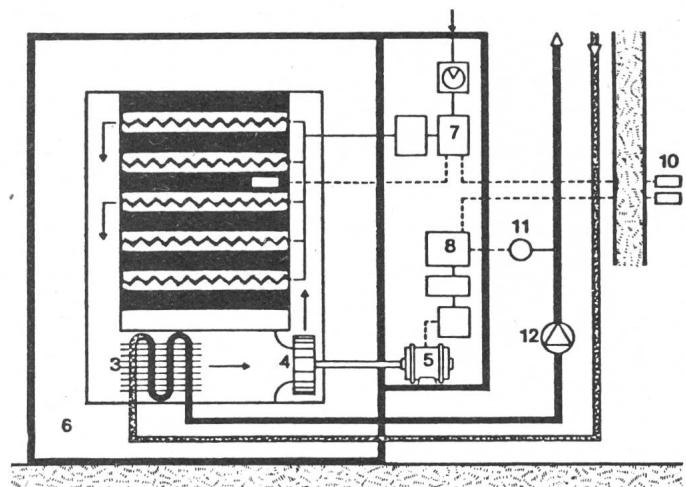


Fig. 15 Elektrische Warmwasser-Zentralheizung, heutige Ausführung
Mantel AG

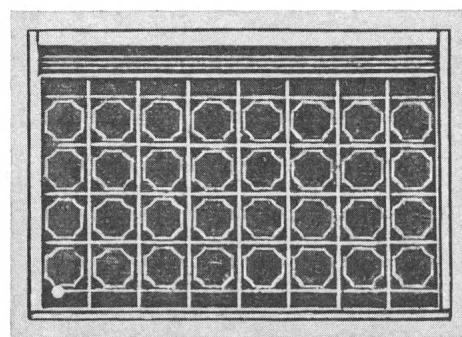


Fig. 13
Wandkonvektor
mit keramischer Front,
heutige Ausführung
Siemens

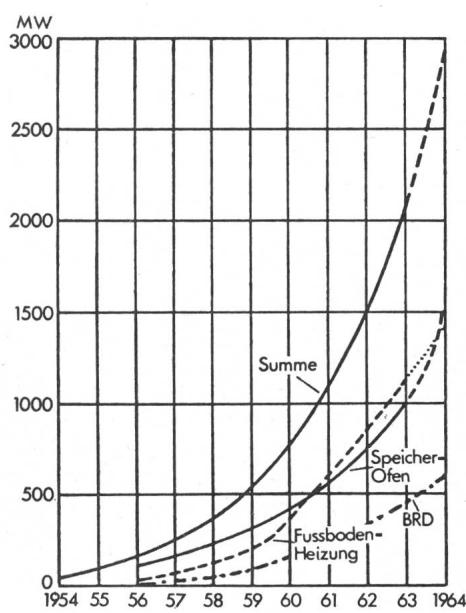


Fig. 16 Entwicklung der Speicherheizung in Grossbritannien und der BRD [25]

leistung ist durch einen mitgetragenen Stufenschalter regulierbar. Da die Atmung in kühler Luft erfolgt, wird das «Klima» angenehm empfunden, dies sogar bei nur 10...12 °C Raumtemperatur. Stromunterbrüche von mehreren Minuten bleiben unbemerkt. Mit heute erhältlichen kleinen tragbaren Trockenakkumulatoren wäre eine sehr weite Bewegungsfreiheit gewährleistet. Zur Kriegszeit fand das System lebhafte Beachtung und von seinen Benützern grosses Lob. Doch als die Brennstoffnot vorüber war, erstarb das Interesse. Sollte aus irgendwelchem Grunde für längere Zeit sowohl die Brennstoffbelieferung wie die elektrische Energie grossenteils ausfallen, so wäre dies die einzige Möglichkeit einer die Gesundheit nicht beeinträchtigenden Heizungsart.

Hier sei auch auf die schon seit etwa 1910 bekannten elektrischen *Heizkissen* hingewiesen, die, an voller Netzspannung, eine regelbare Erwärmung von Körperteilen zu Heilzwecken ermöglichen. Sie erfüllen im «Zeitalter rheumatischer Krankheiten» eine wichtige Aufgabe.

Die *Diathermie*, eine elektrische, im Hochfrequenzfeld stattfindende innere Durchwärmung kranker Körperteile, ist seit etwa 1930 bekannt. Ihr Prinzip lässt sich zur Erwärmung im kalten Raum befindlicher Menschen wegen möglicher Überdosierung und unerwünschter Nebenwirkungen nicht anwenden, sollte aber der Vollständigkeit halber hier erwähnt werden.

4. Die Werkstoffe

Die erforderlichen Werkstoffe für elektrische Raumheizgeräte aller Art standen schon in den ersten Zeiten des Bedarfs in grosser Auswahl zur Verfügung [8; 10; 13; 16]. Sie umfassen die Metallegierungen für Heizdrähte und -bänder, die hitzebeständigen Isolierstoffe zur Befestigung und Führung der Heizdrähte, die Wärmeisolierstoffe genügender Hitzebeständigkeit, die Speichermaterialien für Wärmeakkumulation.

Das unter [10] genannte, wahrscheinlich älteste Buch über elektrische Heizung (1924) enthält bereits die erforderlichen Angaben über etwa 30 verschiedene Widerstandslegierungen mit Berechnungsunterlagen, wie auch über Stäbe und Rohre aus Metallkarbiden, des weiteren über feste Wärmespeicherwerkstoffe, wie Speckstein, Körper aus gepresstem Specksteinmehl, Quarzsand, Flußsand, Kalksandstein, Beton, Zementplatten, Backstein und Backsteinmehl, Marmor und Marmormehl, Schamotte, Hochofenschlacke, Serpentin, Kieselgur, Wasser.

Diesbezügliche Berechnungsunterlagen aus früher Zeit geben unter anderen die Publikationen [13; 14; 16]. Sehr verdient gemacht hat sich auf diesem Gebiet *P. Belgeri* durch mehrere wegweisende Publikationen.

5. Die Steuerungsapparate [23, 29]

Seit etlichen Jahrzehnten kennt man in der Heizungstechnik Steuerungsapparate. Für die elektrische Raumheizung wurden solche entwickelt zur Leistungssteuerung, Zeitsteuerung, Temperatursteuerung, witterungsabhängigen Steuerung und, für Speicher, zur restwärmeabhängigen Steuerung.

Bei der Zeitsteuerung wird die Speicheraufladezeit an einer Schaltuhr so eingestellt, dass sie irgendwo in der Freigabezeit liegt. Bei der Temperatursteuerung misst der Thermostat die Speichererntemperatur und steuert die stufenweise Einschaltung der Leistung. Die der Aussentemperatur angepasste Auf-

ladezeit wird an einem Zeitsteuerinstrument so eingestellt, dass das Ende der Aufladezeit mit dem Ende der Freigabezeit übereinstimmt. Bei der witterungs- und restwärmeabhängigen Steuerung wird die der Witterung automatisch angepasste Aufladezeit um die der Restwärme entsprechende Aufladezeit verkürzt.

In neuester Zeit werden elektrische Öfen auch mit Vorrichungen zur Programmierung der Ein- und Ausschaltfunktion versehen, so zum Beispiel dass bis zu sieben Tage im voraus beliebig viele Heizzeiten vorwählbar sind.

6. Verbreitung der elektrischen Raumheizung [25; 26; 27; 29]

Die Fig. 16...18 zeigen für einige Länder, dass die elektrische Raumheizung erst etwa von 1960 bis 1970 an grösseres Interesse gefunden hat, in der Schweiz gegen Ende der sechziger Jahre. Das schweizerische Stromangebot hat sich bis dahin fast ausschliesslich auf die Wasserkraft gestützt. Dabei war es im Winterhalbjahr bedeutend kleiner als im Sommerhalbjahr. Mit der Inbetriebnahme der ersten Kernkraftwerke konnte die Winterenergie zu günstigeren Bedingungen und vorzugsweise in den Schwachlaststunden für Raumheizung abgegeben werden. Die bis dahin geltende Zurückhaltung für den Anschluss elektrischer Heizanlagen im Wohnungsbau konnte gelockert werden. Über den neuesten Bestand informiert die jährlich im Bulletin SEV/VSE erscheinende Statistik.

In Deutschland waren schon Jahre zuvor recht zahlreiche Speicherheizgeräte mit gutem Erfolg in Anwendung.

Im Januar 1970 gab es fast in jedem zweiten schweizerischen Haushalt mindestens einen transportablen direkt heizenden elektrischen Ofen; insgesamt dürften es rund 800000 Öfen gewesen sein. Nur etwa 6 % aller elektrischen Heizanlagen waren in Mehrfamilienhäusern installiert, alle andern in Einfamilienhäusern. 1972 waren es bereits etwa 11 %. Der Anteil der Direktheizungen ist beachtlich, wahrscheinlich infolge ihrer starken Verbreitung in Ferienhäusern. Während 1971 die Zahl der Wohnungen mit elektrischer Heizung rund 3700 betrug, dürfte ihre Zahl bis 1981 auf etwa 50000 wachsen, wovon

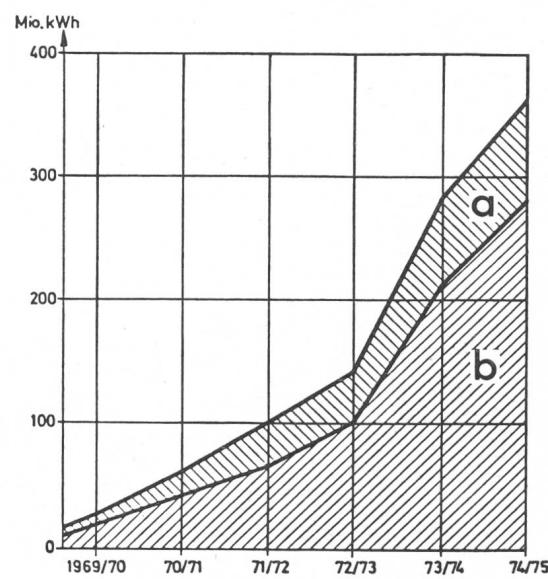


Fig. 17 Verbrauch elektrischer Energie für Raumheizung in der Schweiz 1969...1975 [31]

a Verwaltungs- und Geschäftsgebäude, Kirchen usw.
b Wohngebäude

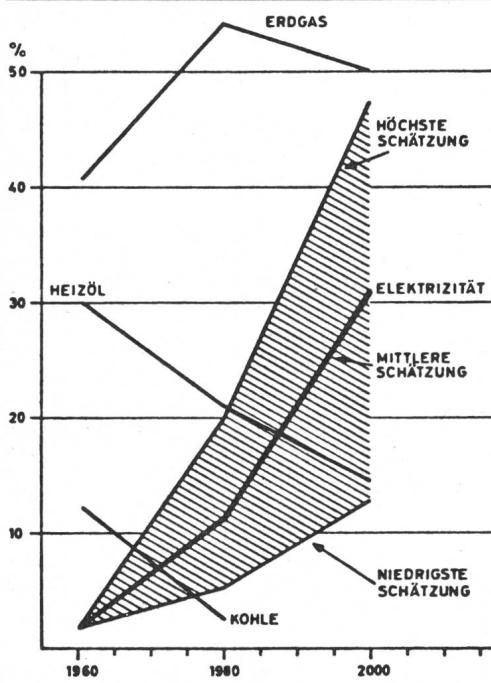


Fig. 18 Beteiligung der Energiearten an der Wohnungsheizung in den USA von 1960 bis 2000 [29]

68 % in Einfamilienhäusern. Ihr Anteil am Gesamtwohnungsbestand würde damit von 0,18 % auf 2,0 % zunehmen, die installierte Leistung von 62 MW auf 850 MW, pro Wohnung ca. 17 kW. Der Energiebedarf wird in derselben Zeit von 43 000 MWh auf über 600 000 MWh wachsen, dies unter Annahme eines Energiebedarfs pro Wohnung von 12 500 kWh.

Eine Vorschau auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz 1972...1980 [34] sagt unter anderem: «Der Umfang der nicht saldierbaren Energiefehlmenge ist so bedeutend, dass, unter Berücksichtigung der für die nächsten Jahre voraussehbaren elektroenergetischen Situation im Ausland, nicht damit gerechnet werden kann, diese durch Einführen decken zu können. Daraus folgt eindeutig, dass die schweizerische Elektroenergetik eigene Erzeugungsanlagen erstellen muss, um den Bedarf befriedigen zu können. Die Fehlmengen weisen einen solchen Umfang auf, dass zu ihrer Deckung Kraftwerke grosser Leistung bereitgestellt werden müssen. Es kann sich nach dem heutigen Stand der Technik nur um thermische Anlagen handeln, wobei aus verschiedenen Gründen, vor allen aus solchen des Umweltschutzes, nur Kernkraftwerke in Frage kommen.»

Über den heutigen Stand der elektrischen Raumheizung in der Schweiz unterrichtet [35].

Rückschauend staunt man über die beträchtliche Zahl – mindestens 22 – der allein in der Schweiz auf dem Gebiet der elektrischen Raumheizung einst tätig gewesenen oder noch bestehenden Fabrikationsfirmen. Meist handelt es sich um kleine oder mittelgrosse Unternehmen.

Literatur

- [1] Die Kräfte der Natur und ihre Benutzung. In: *J. Zöllner*: Geschichte der Physik. Band II: Das Buch der Erfindungen, Gewerbe und Industrien. 8. Auflage. Berlin/Leipzig, Verlag Otto Spamer, 1885.
- [2] *C. Heinke* und *H. Ebert*: Handbuch der Elektrotechnik. 1. Band: Die Elektro-physik und die Theorie des Elektromagnetismus. Leipzig, S. Hirzel Verlag, 1904.
- [3] 50 Jahre Therma AG Schwanden, 1907...1957. Schwanden, Therma AG, 1957.
- [4] Die dritte schweizerische Mustermesse und die Elektroindustrie. Bull. SEV 10(1919)5, S. 138...141.
- [5] Die Aussichten der elektrischen Raumheizung in der Schweiz. STZ 17(1920)15, S. 132...133.
- [6] *H. Zanger*: Die Elektrizitätsindustrie in der 4. Schweizerischen Mustermesse und die Elektrizitätsausstellung in Luzern. Bull. SEV 11(1920)6, S. 149...156.
- [7] Der elektrische Speicherofen «Phoebus Aarau». STZ 19(1922)22, S. 221...225.
- [8] *A. Imhof*: Eine allgemeine Formel zur Berechnung der Temperatur von elektrischen Heizdrähten. Bull. SEV 14(1923)9, S. 523...526.
- [9] *ten Bosch*: Temperaturverlauf in Wärmespeichern. Bull. SEV 14(1923)4, S. 193...202.
- [10] *M. Hottinger* und *A. Imhof*: Elektrische Raumheizung. Zürich, Fachschriften-Verlag und Buchdruckerei AG, 1924.
- [11] *K. Grütter*: Die Berechnung fester Wärmespeicher. Bull. SEV 15(1924)10, S. 493...510.
- [12] Der elektrisch geheizte Fussboden der «Electra», Fabrik elektrischer Heiz- und Kochapparate, Wädenswil. STZ 22(1925)2, S. 19...21.
- [13] *A. Imhof*: Berechnung der Dimensionen elektrischer Heizwiderstände. STZ 23(1926)9, S. 133...137.
- [14] *P. Belgeri*: Die Berechnung elektrischer Heizkörper. STI 24(1927)27, S. 437 bis 444 + Nr. 45, S. 749...754.
- [15] *G. Dettmar*: Das Forschungsinstitut für Elektro-Wärmetechnik an der Technischen Hochschule Hannover. ETZ 49(1928)17, S. 649...651.
- [16] *P. Belgeri*: Die Berechnung elektrischer Heizkörper. STI 26(1929)39, S. 573 bis 581, Nr. 40, S. 585...591 + 27(1930)30, S. 493...502.
- [17] *P. Belgeri*: Exposé relatif au temps nécessaire pour la mise en température d'un local chauffé par l'électricité. STZ 30(1933)24, p. 365...372.
- [18] *Paul Seehaus*: Winterheizung mit Sommerenergie. Bull. SEV 31(1940)15, S. 317...331.
- [19] *H. Lier*: Mitteilungen über Heizversuche an einer Warmwasserheizung mit elektrischer Wärmeerzeugung. Schweiz. Blätter für Heizung und Lüftung 8(1941)4, S. 74...77.
- [20] *A. Imhof*: Die Individualheizung als Ergänzung zur Raumheizung. Elektrizitätsverwertung 17(1942)8/9, S. 141...150.
- [21] *A. Imhof* und *M. Hottinger*: Die Kleinspannungs-Individualheizung «Thermoflex». STZ 39(1942)11, S. 141...148.
- [22] *A. Imhof*: Berührungsheizung. Bull. SEV 34(1943)18, S. 527...538.
- [23] Elektrische Wärmeapparate. STZ 45(1948)14/15, S. 224.
- [24] *P. Wagner*: Elektrische Infrarotheizung. AEG-Mitt. 46(1956)11/12, S. 368 bis 373.
- [25] *P. Borstelmann*: Handbuch der elektrischen Raumheizung. 2. Auflage. Heidelberg, Verlag Dr. Alfred Hüthig, 1964.
- [26] Aus der Tätigkeit der Schweizerischen Kommission für Elektrowärme (SKEW). STZ 65(1968)19, S. 403 + 67(1970)40, S. 783.
- [27] Elektrische Raumheizung. Herausgegeben von der Schweizerischen Kommission für Elektrowärme (SKEW). Zürich, Elektrowirtschaft, 1973.
- [28] *A. Imhof*: Folienelemente zur Flächenerwärmung in der Starkstromtechnik. STZ 70(1973)9, S. 153...159.
- [29] *H. Moditz*: Elektrische Raumheizung. Energiewirtschaftliche und technische Grundlagen. Wien, Springer, 1975.
- [30] *H. Wiger*: Pioniere der Elektrizität. Rubrik im Bull. SEV/VSE. Graf Antoine François de Fourcroy. 71(1980)2, S. 92. Sir Humphrey Davy. 69(1978)24, S. 1325. James Prescott Joule. 55(1964)13, S. 642.
- [31] Elektrizitätsstatistik 1973/74. Bull. SEV/VSE 66(1975)9, S. 453...454.
- [32] Schweizer Pioniere der Wirtschaft und Technik. Band 8: Prof. Walter Wyssling (1862...1945). Zürich, Verlag für wirtschaftshistorische Studien, 1958.
- [33] Heizstäbe und Elektrowärmegeräte. Elektrizitätsverwertung 51(1976)1, S. 11 bis 17.
- [34] Vorschau auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz 1972-1980. (Zehn-Werke-Bericht). Bull. SEV 64(1973)5, S. 319...333.
- [35] VSE-Statistik über die elektrische Raumheizung, Stand per 1. Januar 1979. Bull. SEV/VSE 70(1979)12, S. 628.

Adresse des Autors

Prof. Dr. Ing. h. c. *Alfred Imhof*, Winzerstrasse 113, 8049 Zürich.