

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 32 (1941)
Heft: 23

Artikel: Grundsätzliches über die elektrischen Heizöfen
Autor: Sauter, O.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060046>

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: 03.04.2025

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

Grundsätzliches über die elektrischen Heizöfen.

Von O. Sauter, Aarau.

621.364.3.

Einleitung.

In den letzten Jahren sind, bedingt durch die zunehmende Verknappung an bisherigen Brennstoffen, vor allem Oel und Koks, eine grosse Zahl elektrischer Heizöfen verschiedenster Konstruktion auf dem Markt erschienen.

Die vielen, z.T. ganz neuartigen Bauformen sowie die intensive Bearbeitung der Käuferschaft mit allen möglichen Anpreisungen haben es mit sich gebracht, dass eine gewisse Verwirrung und Unsicherheit in der Wahl eines passenden elektrischen Heizofens entstanden ist. Es scheint demnach angezeigt, zusammenfassend kurz die verschiedenen Möglichkeiten der Wärmeübertragung vom Wärmeerzeuger auf den Rauminsassen zu erläutern. Aus den Grundgesetzen der Wärmeübertragung ergeben sich dann die Richtlinien für die Ausführungsformen entsprechender Ofengattungen, wobei freilich immer noch die Möglichkeit besteht, denselben Zweck auf sehr verschiedene Weise zu erreichen.

Bevor wir die verschiedenen Arten der Wärmeübertragung betrachten, sei kurz daran erinnert, dass Wärme nicht etwa ein Stoff ist, der gar noch den Gesetzen der Schwerkraft unterliegt, sondern dass Wärme Bewegungsenergie der Moleküle ist.

Um Wärme von einem Ort an einen andern zu transportieren, also um einen Wärmefluss zu erzeugen, ist eine «Kraft» nötig, die Temperaturspannung oder Temperaturdifferenz. Die Wärmemenge, die während einer bestimmten Zeit und bei einer bestimmten Temperaturspannung transportiert wird, ist abhängig vom Wärmewiderstand. Damit erhält man, analog dem ohmschen Gesetz für den elektrischen Strom den Ausdruck für den Wärmefluss

$$Q = \frac{\theta}{R} \quad (1)$$

Q Wärmefluss (kcal/h)
 θ Temperaturspannung ($^{\circ}\text{C}$)
 R Wärmewiderstand

Gl. (1) gilt in dieser Form nur für den stationären Wärmefluss, d.h. wenn Gleichgewicht herrscht zwischen Wärmeerzeugung und Wärmeableitung. Auch die folgenden Betrachtungen gelten nur für diesen Zustand.

A. Arten der Wärmeübertragung.

Wir kennen drei Arten der Wärmeübertragung, nämlich Uebertragung durch Leitung, Konvektion und Strahlung.

1. Uebertragung durch Leitung.

Bei Wärmefluss in festen Körpern haben wir es mit Wärmeleitung zu tun. Auch hier gilt das Gesetz

$$Q = \frac{\theta}{R} \text{ oder } q = \frac{Q}{A} = \frac{\theta}{r_L}$$

q spez. Wärmefluss ($\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)
 A Durchflossener Querschnitt (m^2)

Für den spez. Wärmeleitwiderstand r_L gilt

$$r_L = \frac{\delta}{\lambda}$$

δ Dicke des durchströmten Körpers (m)
 λ Wärmeleitfähigkeit des Materials ($\text{kcal}/\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$)

In vielen Fällen ist der spez. Wärmefluss (Heizleistung) bekannt und die Temperatur gesucht. Gl. (1) wird dann umgeformt und lautet

$$\theta_1 - \theta_2 = q \cdot \frac{\delta}{\lambda} \quad (2)$$

θ_1 bezeichnet die höhere,
 θ_2 die tiefere Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)

Wärmefluss findet nur statt von der Stelle höherer Temperatur zur Stelle tieferer Temperatur, nicht umgekehrt.

Beispiel: Gesucht spez. Wärmefluss durch eine Backsteinmauer von der Dicke $\delta = 0,25$ m und $\lambda = 0,52$ $\text{kcal}/\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$. Die Wandtemperatur θ_1 (innen) sei 18° und θ_2 (ausen) 6°C . Der Wärmefluss q durch einen m^2 Wandfläche wird somit

$$q = \frac{(18-6) \cdot 0,52}{0,25} = 25 \text{ kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$$

2. Uebertragung durch Konvektion.

Sind Flüssigkeiten oder Gase in Berührung mit festen Körpern von anderer Temperatur, so erwärmen sie sich oder kühlen sich ab. Wir betrachten den ersten Fall. Die Flüssigkeitsteilchen in der unmittelbaren Wandnähe erwärmen sich und dehnen sich aus, ihr spez. Gewicht wird kleiner, infolgedessen erleiden sie einen Auftrieb. Bei ihrer Ortsveränderung nehmen sie ein Wärmequantum mit, das sie in einer kühleren Umgebung wieder abgeben. Diese Art Wärmeübertragung nennt man Konvektion (Mitnahme).

Die Wärmeübertragung von einer festen Begrenzung an eine Flüssigkeit (Gas) bezeichnet man als Wärmeübergang. Wird die Wärme von einer Flüssigkeit durch eine Wand hindurch an eine Flüssigkeit (Gas) übertragen, so spricht man von Wärmedurchgang.

Für den Wärmeübergang gilt analog früherem

$$\theta_w - \theta_f = q \cdot r_0 \quad (3)$$

θ_w Wandtemperatur ($^{\circ}\text{C}$)
 θ_f Flüssigkeitstemperatur ($^{\circ}\text{C}$)
 r_0 spez. Wärmeübergangswiderstand ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{kcal}$)

und $r_0 = \frac{1}{\alpha}$, somit

$$\theta_w - \theta_f = \frac{q}{\alpha} \quad (4)$$

α Wärmeübergangszahl (WÜZ) ($\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$).

Beim Wärmedurchgang tritt an die Stelle von α die Wärmedurchgangszahl k ($\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$).

Die Schwierigkeit bei solchen Rechnungen liegt vor allem in der richtigen Festlegung der WÜZ. Diese muss von Fall zu Fall geschätzt werden.

Beispiel: Welche mittlere Wandtemperatur θ_w stellt sich bei einem 1,5-kW-Konvektionsofen mit einer Oberfläche von $1,92$ m^2 ein? Die mittlere WÜZ α sei $6,5$ $\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$ und die Raumtemperatur $\theta_f = 15^{\circ}\text{C}$.

$$\text{Nach (4) wird } \theta_w = \frac{q}{\alpha} + \theta_f = \frac{1,5 \cdot 860}{1,92 \cdot 6,5} + 15 = 118^{\circ}\text{C}.$$

3. Uebertragung durch Strahlung.

Für die pro Flächeneinheit emittierte Wärmemenge gilt wieder

$$q = \alpha_s \cdot (\theta_1 - \theta_2) \quad (5)$$

und für die Wärmeübergangszahl durch Strahlung

$$\alpha_s = C \cdot \frac{\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4}{T_1 - T_2} \quad (6)$$

C ist die Strahlungszahl [$\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot (^{\circ}\text{abs})^4$],
 T_1 bzw. T_2 die absoluten Temperaturen, entsprechend θ_1 und θ_2

Um pro Flächeneinheit möglichst viel Wärme durch Strahlung abzugeben, bestehen nach (5) und (6) folgende Möglichkeiten:

- Temperatur θ_1 des strahlenden Körpers gross.
- Grosse WÜZ α_s , und daraus ergibt sich neben Forderung a) grosse Strahlungszahl C , d.h. Wahl eines entsprechenden Baustoffes oder entsprechende Oberflächenbehandlung des strahlenden Körpers.

Zu a): Die Oberflächentemperatur θ_1 des strahlenden Körpers darf eine gewisse Grenze nicht überschreiten, ein-

mal um die unangenehme Staubverbrennung zu vermeiden und andererseits Gefährdung von Personen und Sachen infolge Verbrennung zu verhindern. Um diesen Forderungen gerecht zu werden und trotzdem die Wärme hauptsächlich in Form von Strahlungsenergie abzugeben, muss die Oberfläche entsprechend vergrößert werden. Die Tieftemperaturstrahler weisen dementsprechend eine grössere Oberfläche auf als die Hochtemperaturstrahler.

Bei flüssigkeitsgefüllten Öfen ist die obere Temperaturgrenze schon dadurch gegeben, dass im Innern des Ofens kein gefährlicher Druck durch die erhitzte Flüssigkeit oder deren Dampf entstehen darf, was ohne weiteres dadurch erreicht wird, dass die Heizleistung nur so gross bemessen wird, dass sich der stationäre Zustand noch unterhalb der zulässigen Flüssigkeitstemperatur einstellt.

Es ist ferner zu beachten, dass für die Wärmestrahlung nur solche Oberflächen in Frage kommen, die frei nach aussen strahlen. Bei Radiatoren kommen demnach die einander zugekehrten Flächen für die Strahlung nicht in Betracht.

Zu b): Verwendung eines Baustoffes mit hoher Strahlungszahl. Diese Strahlungszahlen sind für eine grosse Zahl von Stoffen bekannt. Sie können innerhalb gewisser Temperaturintervalle als konstant angesehen werden. Im allgemeinen ist zu sagen, dass die Wärmestrahlung bei niederen Temperaturen (um 100° C herum) noch häufig unterschätzt wird. Als Beispiel für die beachtliche Wärmestrahlung in diesem Temperaturbereich sei die behagliche Wärmewirkung des Kachelofens erwähnt, die zur Hauptsache auf die Wärmestrahlung zurückzuführen ist.

4. Uebertragung durch Leitung, Konvektion und Strahlung.

Die totale WÜZ α_t für Wärmeübergang durch Leitung, Konvektion und Strahlung wird

$$\alpha_t = \alpha_0 + \alpha_s \quad (7)$$

α_0 WÜZ für Wärmeübergang durch Leitung und Konvektion.

B. Klima.

Es ist bekannt, dass der Mensch ein gewisses Wärmequantum abgeben muss, um, wie man sagt, sich wohlfühlen. Durch Versuche wurde diese Wärmemenge zu ungefähr 100 kcal/h ermittelt. Bei der Raumheizung handelt es sich demnach nicht darum, dem Rauminhalten Wärme zuzuführen, sondern darum, eine zu grosse Wärmeabgabe (Entwärmung) des menschlichen Körpers zu verhindern. Aus diesem Grunde wird durch Erhöhen der Raumlufttemperatur die Temperaturspannung zwischen Mensch und Umluft vermindert und damit auch, nach (4), der Wärmefluss. Neben der Umgebungstemperatur sind für das Wohlbefinden des Raumbenützers noch eine Reihe anderer Faktoren massgebend, z. B. Feuchtigkeitsgehalt der Raumluft u. a., auf die jedoch hier nicht näher eingegangen werden soll. Man fasst alle diese Faktoren zusammen unter dem Begriff «Klima».

C. Wahl des richtigen Heizofens.

Nach Kenntnis der für die stationäre Wärmeübertragung gültigen Gesetze fällt es nun nicht mehr schwer, die Wirkungsweise eines elektrischen Heizofens nach seiner Bauart zu beurteilen.

In der Praxis treten die unter 1 bis 3 besprochenen drei Arten der Wärmeübertragung nicht getrennt auf. Es gibt keine Stoffe mit der Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0$. Auch bei einem ausgezeichnet isolierten Wärmeträger gelangt ein Teil der Wärme an die äusseren Begrenzungswände und von dort hauptsächlich infolge von Konvektion und Strahlung an die Umgebung.

Man unterscheidet sogenannte Konvektionsöfen und Strahlungsöfen. Dabei ist zu beachten, dass Wärme auch bei Konvektionsöfen durch Leitung und Strahlung und bei Strahlern durch Leitung und Konvektion abgegeben wird, wenn auch in wesentlich geringerer Masse als durch Konvektion, bzw. Strahlung.

Die Anforderungen, die an einen Heizofen gestellt werden, sind mannigfaltige und demgemäss ist dieser oder jener Ofentyp der zweckentsprechende.

Wir wollen nun im folgenden einige charakteristische Beispiele für die Auswahl eines elektrischen Heizofens herausgreifen; dabei sei jedoch von der elektrischen Vollheizung Abstand genommen, da diese Heizungsart unter den heutigen Umständen für die Allgemeinheit nicht in Frage kommt, und nur die Verwendung der Öfen in der Uebergangszeit betrachtet.

Beispiel 1. Von seiten des energieliefernden Werkes sei der max. Anschlusswert elektrischer Heizapparate sehr niedrig angesetzt, so dass diese Leistung für die Temperierung eines grösseren Raumes nicht ausreicht. In solchen Fällen bleibt nur die Verwendung eines Akkumulierofens.

Diese Öfen besitzen eine grosse Wärmekapazität und haben in der Regel dicke Wandungen aus schlecht leitendem Material. Sie werden über Nacht mit billiger Energie aufgeheizt und geben dann im Laufe des Tages ihre Wärme wieder ab. Der Anschlusswert des Ofens ist abhängig von der Grösse des Raumes.

Beispiel 2. In Räumen, die tagsüber nicht benützt werden, sei für kurze Zeit eine höhere Temperatur erwünscht, z. B. des Morgens zum Ankleiden. Die Verwendung eines Strahlungsöfens ist in solchen Fällen zweckmässig. Sehr kurze Anheizzeit und auch in einiger Entfernung vom Ofen angenehme Wärme sind Eigenschaften, die diesem Ofentyp weitest Verbreitung verschafft haben. Im Gegensatz zum Akkumulierofen ist der Anschlusswert des Strahlers nicht von der Grösse des Raumes abhängig.

Beispiel 3. Für die Abendstunden soll die Temperatur des Aufenthaltsraumes um einige Grad gesteigert werden. Für solche Fälle finden hauptsächlich Konvektionsöfen Verwendung. Diese Öfen kommen in den verschiedensten Bauformen in den Handel, solche mit kurzen Anheizzeiten und andere, die eine mehr oder weniger grosse Trägheit besitzen. Öfen mit langen Aufheizzeiten geben entsprechend ihrer grösseren Kapazität noch bis zu einigen Stunden nach dem Abschalten Wärme ab, sind also auch Speicheröfen. Von einer Art Gratis-Wärme, wie es hier und da in Prospekten über solche Öfen heisst, ist natürlich keine Rede, denn in jedem Ofen wird entsprechend der zugeführten elektrischen Energie Wärme erzeugt und restlos an die Umgebung abgegeben (im Gegensatz zur Koks- oder Holzfeuerung, wo beträchtliche Wärmemengen durch das Kamin entweichen). Es handelt sich bei diesen Halb-Speicheröfen nur um eine zeitliche Verschiebung zwischen Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe an die Umgebung.

Unter den vielen auf dem Markt befindlichen Öfen dürfte auch für den anspruchsvollen Käufer das Passende vorhanden sein. Bei der Auswahl eines elektrischen Heizofens soll neben anderen Gesichtspunkten aus hygienischen Gründen auch ein besonderes Augenmerk auf gute Reinigungsmöglichkeiten des Ofens gelegt werden. Es sei ferner darauf hingewiesen, dass sehr grosse Preisunterschiede bestehen, ohne dass mit hohem Preis bessere heiztechnische Eigenschaften verbunden zu sein brauchen. Grundsätzlich dürften die billigsten Öfen die Hochtemperaturstrahler sein; dann folgen im allgemeinen die Konvektionsöfen, hierauf die Niedertemperaturstrahler und die teuersten sind die Akkumulieröfen mit 24stündiger Speicherung.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Sechzig Jahre Telephonie.

9 : 621.395(494)

Auf das Jubiläum des 60jährigen Bestehens des Telephonverkehrs in der Schweiz hat der Chef der Telegraphen- und Telephonabteilung, Herr Dr. h. c. A. Muri, eine sehr interessante Erinnerungsschrift¹⁾ herausgegeben. Herr Dr. Muri

hat selbst an der grossartigen Entwicklung der Telephonie in der Schweiz grossen Anteil und man darf deshalb diese Erinnerungsschrift zugleich als einen Rückblick auf seine eigene hervorragende Lebensarbeit betrachten. Aus dem

¹⁾ Beilage zu den Technischen Mitteilungen der schweiz. Telegraphen- und Telephonverwaltung 1941, Nr. 4.