

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 75/76 (1920)
Heft: 2

Artikel: Die Betriebskosten verschiedener Raumheizarten und die Wärmespeicherung bei elektr. Heizung
Autor: Hottinger, M.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-36491>

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: 01.04.2025

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

von normaler Tiefe, hell und übersichtlich untergebracht. Dagegen fehlen die innern Kommunikationen. Für die einzelnen Betriebe sind speziell im I. Obergeschoss zu kleine Flächen zugeteilt. Der im II. Stock vorgesehene, vermietbare Raum muss für Bankzwecke verwendet werden. Die richtig vorhandenen vermietbaren Räume der obern Geschosse sind durch zwei Treppen gut bedient. Im III. Stock ist die Angliederung der beiden Wohnungen an die Banktreppe nach Programm unzulässig.

Die Haupttreppe ist nicht ihrer anspruchsvollen Anlage entsprechend durchgebildet. Die beiden von der Bahnhofstrasse aus zugänglichen Mietertreppen sind so angelegt, dass sie den Bankbetrieb nicht tangieren. Bei späterer Erweiterung des Bankbetriebes werden sie demselben sehr gut dienen. Die sekundären Treppen, die den Verkehr mit den Stockwerken vermitteln sollen, sind ungenügend. Die Fronräume haben schlechte Verbindung mit den darüberliegenden Räumen.

Der zur Verfügung stehende Arbeitsraum ist durchwegs gut beleuchtet und in seiner ganzen Grundfläche brauchbar. Die um die Schalterhalle gruppierten verschiedenen Dienstzweige müssen anders verteilt werden.

Es tritt eine Verkleinerung der Wirkung des Baukörpers ein, durch einseitige Betonung des Traktes an der Bahnhofstrasse und durch Aufgeben der zwei an den St. Annahof anstossenden Axen. Im übrigen ist die äussere Gestaltung des Baues ernsthaft durchgearbeitet. Die Pfeiler auf der Mittelaxe des Gebäudes beeinträchtigen die Eingangspartie im Aeusseren und im Innern. Durch Verschiebung der Hauptaxe des Baues gegen die Pelikanstrasse werden die beiden senkrecht zur Bahnhofstrasse stehenden Trakte gleich breit. Damit werden ein helles Parterre und gut ausnützbares Obergeschoss erzielt.

Nr. 6. „Bahnhofstrasse 53/55“. Die Disposition der Schalterhalle ist praktisch und übersichtlich. Die Wertschriftenvorhalle ist gut mit den Bureaux kombiniert. Vestibule und Entrée sind vernachlässigt. Haupttreppe zu weit vom Eingang entfernt. Die Disposition des Untergeschosses mit Bezug auf Anlage des Wächterganges, des Archives, des Zuganges zum Safes-Vorraum ist unbrauchbar. Die Anordnung der Betriebe im Erdgeschoss ist banktechnisch gut. Die Disposition des I. Stockes ist übersichtlich; Raumverteilung jedoch nicht ohne Verschiebung brauchbar. Die Fronräume gegen die Bahnhofstrasse sind disproportioniert. Es fehlt eine ganze Anzahl für die Direktion nötige Räume. Im II., III. und IV. Stock ist die Disposition im allgemeinen sehr brauchbar. Zugang zu den beiden Wohnungen zwischen den vermietbaren Räumen hindurch nicht einwandfrei. Der Vorschlag, den Vortrags-

Die Fassade zeigt gute Haltung, schliesst sich gut an den St. Annahof an und behauptet doch ihre Selbständigkeit.

Der Verfasser hat eine sehr grosse Ausnützung des zur Verfügung stehenden Platzes erreicht bei guter Beleuchtung der Arbeitsräume, aber unter Hintansetzung ästhetischer Rücksichten (Eingangspartie, Direktionsräume, Haupttreppe). (Forts. folgt.)

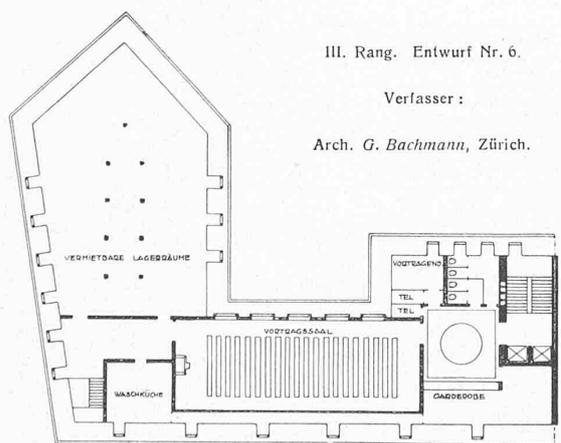
Die Betriebskosten verschiedener Raumheizarten und die Wärmespeicherung bei elektr. Heizung.

Von M. Hottinger, konsult. Ingenieur, Winterthur.

Im Aufsatz: „Die Aussichten der elektrischen Raumheizung in der Schweiz“, erschienen auf Seite 57 des letzten Bandes (Nr. 6 am 7. Februar 1920), wurde das Problem der elektrischen Heizung vom national-wirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet. Die nachstehenden Darlegungen sollen nun vor allem zeigen, wie sich bei verschiedenen Heizarten die Betriebskosten für den einzelnen Verbraucher stellen. Massgebend hierfür ist, ausser dem Preis und der Qualität der Brennmaterialien, der Wirkungsgrad, mit dem die Brennstoffwärme nutzbar gemacht wird.

Die Nutzeffekte verschiedener Heizarten.

a) Mit Kohlen, Holz usw. geheizte Oefen arbeiten mit sehr wechselnder Wirtschaftlichkeit. Bei guter Konstruktion, zweckmässiger Aufstellung und sorgsamer Bedienung können sie 80% und mehr Nutzeffekt aufweisen. Treffen diese Voraussetzungen dagegen nicht zu, so kann der Wirkungsgrad leicht auf 40% und noch weniger sinken, beispielsweise wenn nach dem Abbrennen des Feuers die Luftregulierklappen offen gelassen werden, sodass kalte Luft durch das hochehitze Innere des Ofens streicht und dadurch viel Wärme ins Kamin entweicht, oder wenn die Verbrennung nicht richtig vor sich geht, sodass die Rauchgase grosse Mengen unverbrannter Gase enthalten, oder wenn der Ofen dicht an eine Mauer angebaut ist, durch die viel Wärme abströmt usw. Bei grossen Kachelöfen wird auch dadurch Wärme vergeudet, dass bei Witterungsumschlägen die Wärmeabgabe der einmal angeheizten Oefen nicht vermindert werden kann.

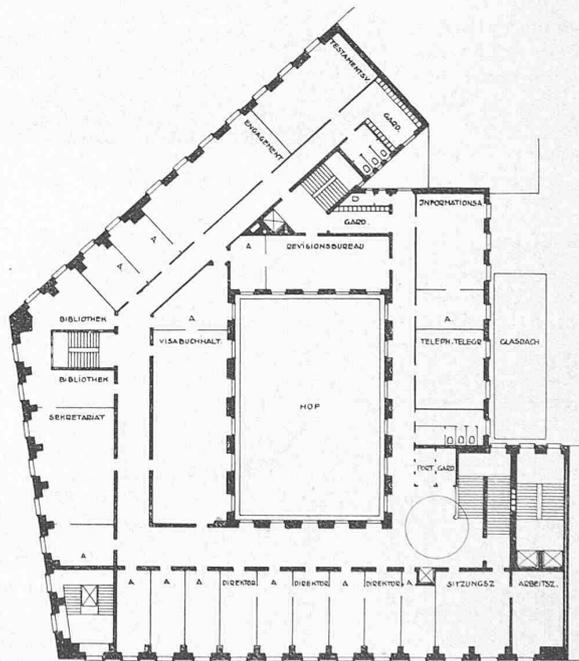


Grundriss vom Dachstock.

III. Rang. Entwurf Nr. 6.

Verfasser:

Arch. G. Bachmann, Zürich.



Masstab 1:600.

Grundriss vom I. Stock.

Saal in den VI. Stock zu bringen, ist sehr vorteilhaft. Die Mieter-Treppen sind in genügender Anzahl und in richtigen Abständen voneinander angelegt. Die südwestliche Banktreppe kann in den untern Stockwerken weggelassen werden. Die Bureaux sind durch Gänge gut miteinander verbunden. Im II. Stock, wo die konsequente Durchführung der Verbindungen fehlt, wäre sie unschwer anzubringen. Die Dienstreppen, Garderobe und Personal-Abtritte sind richtig mit den Kommunikationen verbunden. Die Beleuchtung der Arbeitsräume kann als durchwegs gut bezeichnet werden.

b) Bei den mit Kohle geheizten Warmwasser- und Niederdruckdampf-Zentralheizungen arbeiten gute Kessel auf dem Versuchstand mit 80 bis 85% Nutzeffekt; im Betriebe dagegen, wenn sie ungeschultem Personal überlassen sind, oft mit nicht mehr als 60%. Von grösserem Einfluss, als im allgemeinen angenommen wird, ist der Einfluss des Zusetzens der Heizfläche mit Asche, Russ usw., namentlich wenn Holz, Torf, Schieferkohlen, mit Pechzusatz gepresste Briketts verfeuert werden, wodurch Asche und Russ in den Zügen infolge Teerausscheidung verpappen und mit

der Zeit zu dicken Krusten anwachsen. Dieser Umstand allein ist geeignet, den Nutzeffekt solcher Kessel auf 40% und noch weniger zu vermindern, ja unter Umständen den Betrieb überhaupt zu verunmöglichen. Wo daher die genannten Ersatzbrennmaterialien verwendet werden müssen, ist die periodische gründliche Reinigung der Heizfläche von grosser Wichtigkeit. Dazu kommt, dass die an das Heizwasser, bezw. an den Heizedampf übergeführte Wärme nicht in vollem Masse für die zu heizenden Räume verwertet wird, sondern teilweise in den Leitungen verloren geht, sodass der Gesamt-Nutzeffekt der Zentralheizungen für Wohn- und Verwaltungs-Gebäude, Schulen usw. sogar bei reinen Kesseln bisweilen nicht über 40 bis 50% liegt. Trotz der besseren Reguliermöglichkeit als bei Kachelofenheizung sind auch bei Zentralheizung, namentlich bei der Dampfheizung, überheizte Räume keine Seltenheit. Die Folge davon sind das Öffnen der Fenster und Hinauslassen der Wärme, wodurch der Nutzeffekt natürlich nicht verbessert wird.

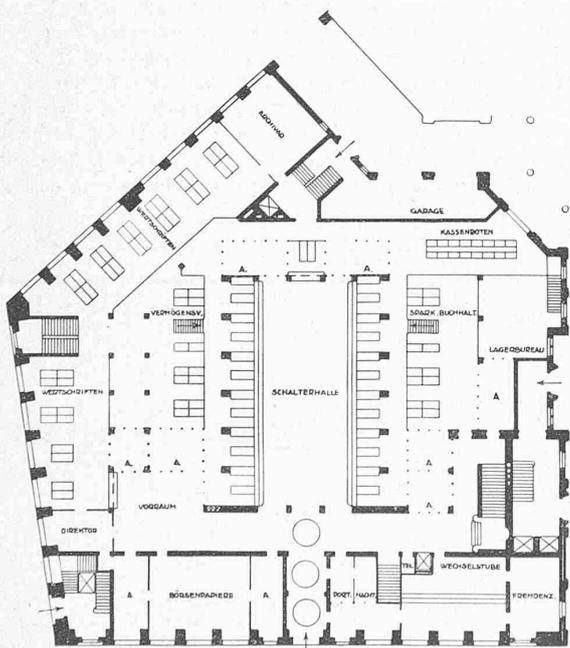
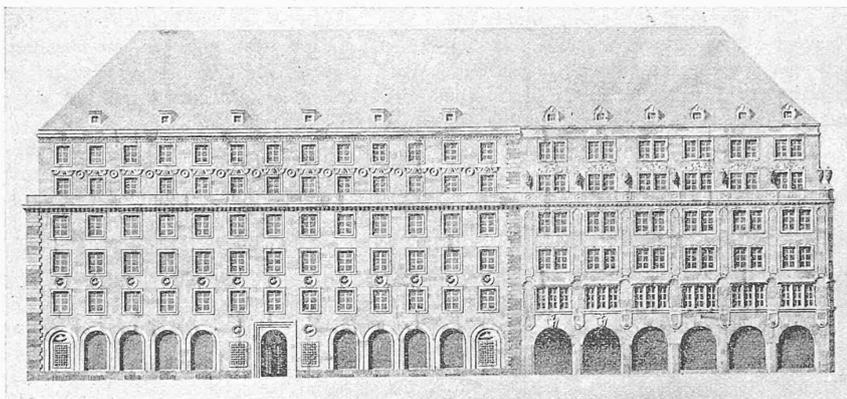
Der, gegenüber der Ofenheizung, oft erheblich grössere Brennmaterialverbrauch ist jedoch ausser auf die Leitungsverluste und das Ueberheizen zufolge Unachtsamkeit namentlich darauf zurückzuführen, dass infolge der viel grösseren Bequemlichkeit mit Zentralheizung wesentlich *mehr* geheizt wird. Der Mehrverbrauch an Brennmaterial tritt vor allem in den Uebergangszeiten in die Erscheinung, besonders wenn ununterbrochen geheizt

stellen Ofen fliesst, weshalb sich die Füsse in einer wesentlich kälteren Zone befinden als die obere Körperteile. Der bessere Wärmeverteilung wegen kann bei der Heizkörper-Aufstellung unter den Fenstern die mittlere Raumtemperatur ohne Nachteil etwas niedriger gehalten werden.

c) *Transportable elektrische Heizeinrichtungen.* Noch günstiger als bei den Zentralheizungen gestaltet sich die Möglichkeit der rationellen Wärmeausnützung bei den in den zu wärmenden Räumen untergebrachten transportablen, elektr. Heizeinrichtungen, weil sie *da* aufgestellt werden können, wo die Wärme in besonderem Masse gebraucht wird, z. B. nahe den Füssen; es muss damit dem Raum unter Umständen bedeutend weniger Wärme zugeführt werden, als bei Anwendung von Ofen- oder Zentralheizung, ohne dass man sich dabei unbehaglicher fühlt. Ein grosser Vorzug ist die sofortige Ein- und Ausschaltmöglichkeit der Heizwirkung nach Bedarf. Die Elektrizität wird mit allen, in den Räumen aufgestellten und während der Bedarfszeit betriebenen elektrischen Heizkörpern mit 100% Nutzeffekt in Wärme umgesetzt, d. h. eine kWh ergibt 860 nutzbare kcal. Bei Wärme-Akkumulieröfen ist der Nutzeffekt dagegen etwas kleiner infolge der Wärme-Verluste während der Nacht, der geringeren Reguliermöglichkeit bei Witterungsumschlägen, der Verluste nach den anstossenden Mauern usw.

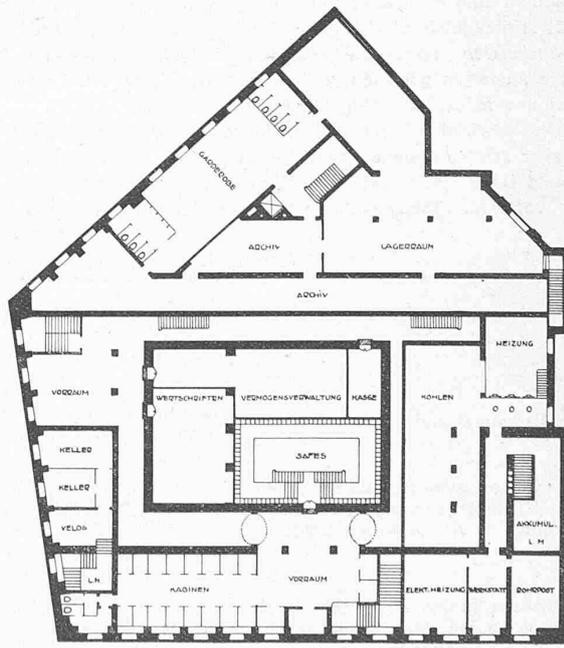
Wettbewerb für den Neubau der Schweiz. Volksbank in Zürich.

III. Rang. Entwurf Nr. 6. — Arch. G. Bachmann, Zürich. — Hauptfassade 1 : 600.



Grundriss vom Erdgeschoss.

Masstab 1 : 600.



Grundriss vom Kellergeschoss.

wird. Es lohnt sich deshalb, neben der Zentralheizung einzelne Räume mit Öfen zu versehen. In Öfen können auch allerlei Abfälle verfeuert werden, was in Zentralheizungskesseln weniger gebräuchlich und auch nicht so einfach ist. Ein wärmewirtschaftlicher Vorzug der Zentralheizung ist dagegen der, dass die Heizkörper unter den Fenstern aufgestellt werden können; dadurch ergibt sich eine gleichmässige Erwärmung der Räume als bei Ofenheizung, bei der die kalte, an den Aussenwänden niedersinkende Luft über den Fussboden nach dem an einer Innenwand aufge-

d) *Elektrisch betriebene Zentralheizungen* haben gegenüber den mit Kohle geheizten den Vorteil, dass keine Kaminverluste auftreten. Bezüglich Nutzeffekt sind auch hierbei Anlagen *mit* und *ohne* Wärmespeicherung zu unterscheiden. Handelt es sich um einen Elektrokessel, der zur Zeit des Heizbedarfes, also tagsüber im Betriebe steht, so kann er bei vorzüglicher Isolation leicht einen Nutzeffekt bis zu 99% aufweisen. Es bleiben jedoch die im System auftretenden Verluste, wie bei den Kohlenheizungen, bestehen, sodass der Gesamtnutzeffekt solcher Anlagen je nach An-

ordnung etwa 65 bis 85% beträgt. Ist die Anlage mit einem Wärmespeicher versehen, der beispielsweise während zehn Nachtstunden und mittags von 1 bis 2 Uhr geladen wird, während er vom Morgen bis zum Abend Heizwärme abgibt, so sind die Speicherverluste während 24 Stunden zu berücksichtigen, die Verluste der übrigen Anlage während der Betriebszeit. Beträgt der Speichernutzeffekt, bezogen auf 24 Stunden, z. B. 90% (seine Höhe ist lediglich eine Isolationsfrage), so berechnet sich der Nutzeffekt des ganzen Heizsystems zu etwa 60 bis 80%. In Fabriken kann er jedoch unter Umständen wesentlich höher sein, z. B. wenn die Speicher- und Leitungsverluste fast ganz den zu erwärmenden Räumen zu gute kommen. In diesen Fällen kann mit bis zu 90% eventuell mehr Nutzeffekt gerechnet werden.

Besonders grosse Systemverluste weisen andererseits Warmwasserversorgungsanlagen mit Zirkulationsleitungen auf; diese sind daher gut zu isolieren, oder event. auszuschalten. Selbstverständlich gestaltet sich der Nutzeffekt einer Speicheranlage auch ungünstiger als vorstehend angegeben, wenn der Speicher etwa für technische Zwecke oder Warmwasserversorgung das ganze Jahr hindurch betriebsbereit sein muss, während er nur an beispielsweise 300 Tagen gebraucht wird.

Vorsicht in der Angabe des Nutzeffektes von elektrischen Speicheranlagen ist daher geboten, und man tut vor Erstellung solcher Anlagen gut, die in Frage kommenden Verhältnisse rechnerisch genau zu prüfen.

e) *Gasheizung* wird auf verschiedene Weise angewendet, in Form von mit Gas gefeuerten Zentralheizungskesseln (Automaten) als Gasheizöfen, Gas-Cheminées usw. Der leichten und guten Verbrennung des Gases wegen ist der Nutzeffekt der Feuerungseinrichtung besser als bei Anwendung von Kohle, dagegen der Kaminverluste wegen weniger gut als bei Benützung von Elektrizität. Bei mit Gasautomaten betriebenen Zentralheizungen und Gasheizöfen beträgt er für die ganze Anlage etwa 50 bis 70%, bei Gas-Cheminées weniger; bei guten Gasbadöfen dagegen beläuft er sich auf etwa 80%.

f) *Luftheizungen*. Bei diesen ist zu unterscheiden zwischen *Umluftbetrieb*, wobei die nämliche Luft vom Luftpumpenapparat nach den Räumen und von da durch Umluftkanäle wieder zum Wärmeapparat zurückgeleitet, also stets im Kreislauf geführt wird, und *Frischlufbetrieb*, wobei die aus den Räumen abströmende Luft ins Freie austreten gelassen und dafür stets frische Luft zum Heizapparat und in die Räume geleitet wird.

Die Erwärmung der Luft kann durch Brennmaterial oder Elektrizität erfolgen (siehe Band LXX, Seite 245, vom 24. November 1917, und Band LXXI, Seite 181, vom 27. April 1918). Die Nutzeffekte von Umluftheizungen stellen sich bei guter Ausführung

ähnlich jenen von Warmwasser- und Dampf-Zentralheizungen, allerdings hat man bei starkem Windanfall bisweilen Mühe, einzelne Räume warm zu bekommen. Die Nutzeffekte von Frischluft-Heizungen sind dagegen je nach der Aussentemperatur unter Umständen sehr viel niedriger, wobei jedoch der *Lüftungseffekt* hinzu kommt, der eben auch bezahlt werden muss. Da der Nutzeffekt von Frischluftheizungen ganz von der Witterung abhängt, muss von der Angabe eines bestimmten Wertes abgesehen werden und sollen daher im folgenden nur die Umluftheizungen in die Betrachtung einbezogen und bezüglich Nutzeffekt gleich wie die Warmwasser- und Dampf-Zentralheizungen gesetzt werden.

g) *Fernheizungen*. Bei Fernheizungen werden mehrere Gebäude von einer Zentrale aus mit Wärme versorgt. Als Wärmeträger werden Warmwasser und Dampf verwendet. Hier gesellt sich zum Nutzeffekt der Gebäudeheizungen noch der der Fernanlage hinzu. Nach Feststellungen an bestehenden Fernheizwerken hat sich ergeben, dass bei vorzüglichster Isolation der Fernleitungen und *voller* Beanspruchung derselben mit einem Wärmeverlust beim Ferntransport von etwa 5% zu rechnen ist. Dieser Prozentsatz kann jedoch auf 10% und mehr steigen, z. B. bei geringerer Beanspruchung der Leitungen und gleichbleibenden Verlusten, wie dies namentlich bei Dampf-Fernheizungen auftreten kann. Bei Anwendung von elektrischer Heizung fragt es sich, was günstiger ist: die direkte Umsetzung von Hochspannungstrom in Wärme in Elektrodenkesseln einer Zentrale und Verteilung der Wärme nach den einzelnen Gebäuden mittels Dampf oder Wasser, oder zentrale Transformierung des Hochspannungstromes auf Niederspannung (von max. 500 Volt) und Zuleitung dieses Stromes in die einzelnen Gebäude. Dabei treten Verluste im Transformator auf (etwa 2%) und in den elektrischen Verteilungen, die je nach der gewählten Spannung sehr verschieden sein können (etwa 5 bis 15%, oder noch mehr), sodass hierbei der Nutzeffekt gleich oder sogar ungünstiger sein kann, als bei Fernleitung der Wärme durch Wasser oder Dampf.

Selbstverständlich fallen bei den genannten Heizmöglichkeiten ausser den Betriebs- auch die Anschaffungskosten in Betracht. Namentlich bei grossen Neuanlagen, wie Fernheizwerken, ist die Ausführung sorgfältiger Rentabilitäts-Berechnungen unter Berücksichtigung aller mitsprechenden Punkte unbedingtes Erfordernis. Hier ist es jedoch unmöglich, die Untersuchungen auch hierauf auszudehnen, umso mehr, als die Preise zur Zeit in einem sehr labilen Zustand sind; es sollen daher im folgenden die Verhältnisse der verschiedenen Heizarten, jedoch unter Weglassung der Fernheizung, und lediglich in Hinsicht auf die Betriebskosten und unter Zugrundelegung mittlerer Heizwerte und Nutzeffekte mit einander verglichen werden.

Tabelle I. Vergleich der Heizkosten pro 100 000 nutzbare kcal.

Heizart	Heizwert	Angenommener Nutzeffekt	Preis ¹⁾	Somit kosten 100 000 nutzbare kcal/Fr.
a) Mit Brennmaterial geheizte Öfen	Gute Kohlen für Öfen mit 7500 kcal/kg ²⁾	im Mittel 60%	pro 100 kg vor dem Krieg Fr. 6.— jetzt etwa „ 27.—	1,33 6,—
b) Mit Kohlen geheizte Warmwasser- und Niederdruckdampf-Zentralheizungen, sowie Umluftheizungen	Ruhrkoks mit 6800 kcal/kg	der ganzen Anlage im Mittel 45%	pro 100 kg vor dem Krieg Fr. 4.50 jetzt etwa „ 24.— ³⁾	1,47 7,85
c) Elektrische, in den zu erwärmenden Räumen aufgestellte Heizeinrichtungen	860 kcal/kWh	100% (bei Speicheröfen etwas weniger)	pro kWh bei Abfallstrom „ 0,01 ⁴⁾ „ „ „ 0,03 „ Sperrschalter „ 0,10 für Kraftstrom „ 0,30 „ Leuchtstrom „ 0,50	1,16 3,48 11,60 34,80 58,—
d) Elektrisch betriebene Zentralheizung mit Wärmespeicher	860 kcal/kWh	der ganzen Anlage im Mittel 75%	pro kWh bei Abfallstrom Fr. 0,01 „ „ „ 0,03	1,55 4,65
e) Gasheizung	4500 kcal/m ³ Gas	der ganzen Anlage im Mittel 60%	pro m ³ Gas (Heizgas) vor dem Krieg Fr. 0,175 jetzt etwa „ 0,55	6,48 20,40

¹⁾ Den Preisen sind Winterthurer-Verhältnisse (Vorkriegszeit und Januar 1920) zu Grunde gelegt. ²⁾ Vor dem Krieg Anthrazit, jetzt amerikan. Kohle. ³⁾ Amerikanischer Koks kostet sogar 36 Fr., Gaskoks 22 Fr. ⁴⁾ Abfallstrom zum Laden von Wärmespeichern wird je nach den Verhältnissen zu sehr verschiedenen Preisen abgegeben, weshalb die kWh sowohl für 1 als auch für 3 Cts. in Rechnung gestellt ist.

Vergleich der Betriebskosten der Heizarten.

Unter Zugrundelegung des einer Heizrichtung entsprechenden Nutzeffektes können aus Abbildung 1 für verschiedene Preise und Heizwerte die Heizkosten irgend einer Heizrichtung leicht ermittelt werden. Kostet die Tonne Kohle beispielsweise 120 Fr., beträgt der Heizwert 6000 kcal und arbeitet die Heiz-Einrichtung mit 70% Nutzeffekt, so ergibt sich ein Wärmepreis für 1000 nutzbare kcal von 2,86 Cts. Ist der Preis von 1 m³ Gas 50 Cts., liefert er theoretisch 5000 kcal, beträgt der Nutzeffekt

Einfachheit der Bedienung, die grosse Sauberkeit, sowie den Wegfall des Transportes und der Lagerung des Brennmaterials. Auch in baulicher Beziehung bietet sie Vorteile: Wegfall der Kamine, einfache Montage usw.

Es ist daher leicht begreiflich, dass die elektrische Heizung nicht nur vom nationalwirtschaftlichen, sondern auch vom Standpunkt des Konsumenten aus stark in den Vordergrund des Interesses gerückt ist, umso mehr, als Abfallstrom zum Preise von 5 Cts., und sogar noch weniger, vielerorts erhältlich ist. Freilich treten ausser der Preisfrage eine Menge anderer praktischer Fragen auf, z. B. wie weit die bestehenden Verteilungen und Apparaturen in der Lage sind, den Anforderungen an die Lieferung von Heizstrom gerecht zu werden usw. Auf diese und ähnliche Fragen trete ich nicht ein, da ihre Untersuchung Sache der Elektrotechniker ist. Dagegen sollen im folgenden noch einige Möglichkeiten der Wärmespeicherung besprochen werden, die, wie gezeigt wurde, eine Hauptbedingung für die Anwendbarkeit elektrischer Heizung im Grossen ist.

(Schluss folgt.)

Vom Ritom-Kraftwerk der S. B. B.

Nachdem, wie wir in letzter Nummer noch kurz mitteilen konnten, in der Nacht zum 1. Juli 1920 zum ersten Mal Züge betriebsmässig mittels elektrischer, vom Ritomwerk gespeister Lokomotiven durch den Gotthard-Tunnel befördert werden konnten (wobei alle maschinellen Anlagen und Einrichtungen diese Hauptprobe aufs beste bestanden), hat sich im Druckstollen des Kraftwerks eine Störung gezeigt, die zu einem Unterbruch des Betriebes gezeigt, zur Vermeidung der Verbreitung unzutreffender, übertriebener Darstellungen sei im Folgenden der wahre Sachverhalt auf Grund örtlicher Besichtigung und massgebender Auskunft der zunächst beteiligten Fachleute kurz mitgeteilt. Dabei sei verwiesen auf die genaue Beschreibung des Werkes in S. B. Z. vom 29. Juli 1916 (Bd. LXVIII, Nr 5), insbesondere auf die Abbildungen 11, 12 und 15 auf Seite 44 (Uebersichtskarte, genereller Längsschnitt und Stollenprofil I).

Schon bei den ersten Füllungs-Proben zeigte es sich, dass der rund 900 m lange, im Lichten durchgehend in Profilform I ausgeführte Druckstollen, dessen Sohle beim Wasserschloss 44 m (Axe Rohreinlauf 43,30 m) unter dem gestauten Seespiegel liegt, Wasser verlor. Trotz wiederholten Zementeinpressungen hinter die Betonauskleidung und Ausbesserung bemerkbar gewordener feiner Längsrisse konnten die Wasserverluste von anfänglich über 300 l/sek, die den Druckveränderungen mit auffallenden Unstetigkeiten folgten, wohl vermindert, aber nicht ganz beseitigt werden. Sie betruhen anlässlich der letzten Füllung am 29. Juni z. B. bei 18 m Druckhöhe noch 26 l/sek, bei 44 m aber immer noch 240 l/sek, ohne dass irgendwo Spuren ihrer Wirkung äusserlich hätten beobachtet werden können. Auch umfangreiche Fluorescine-Färbungen gaben keinen Aufschluss.

Da ereignete sich am 1. Juli, abends 8¹⁵ Uhr, 60 Stunden nach vollendeter Füllung, an der östlichen Berglehne gegen Altanca hin, in senkrechtem Abstand von rund 200 m vom Hm 8,2 der Stollenaxe und etwa 50 m tiefer als diese, eine beträchtliche Abrutschung bewaldeten Gehängeschuttes, mit unmittelbar nachfolgendem Austritt von schätzungsweise 150 l/sek klaren Wassers an vielen Stellen, die sich auf über 100 m Länge unterhalb des neuen Strässchens verteilten. Der Abriss hat zwar nur eine Breite von etwa 30 m; das abgestürzte Material, von dem grössere Blöcke (bis 1,5 m³) bis auf das Altanca-Strässchen unterhalb F. P. 4, in nächster Nähe der Rohrleitung rollten, mag 2000 m³ betragen. Da der Vorgang selbst von Ingenieuren von Piotta aus beobachtet wurde, konnten unverzüglich die nötigen Massnahmen getroffen, der Betrieb der Zentrale eingestellt, der Stollen im Regulierschacht am See abgeschlossen und entleert werden. Die Wasseraustritte an der Abrutschstelle versiegten alsbald.

Im Stollen ergab sich nun folgender Befund: Die Anzahl der Risse hatte sich, namentlich gegen das Wasserschloss hin,

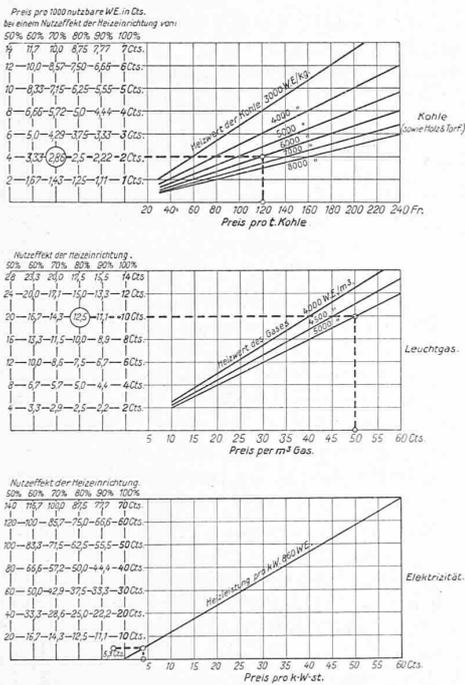


Abb. 1. Vergleich der Heizkosten versch. Raumheizarten.

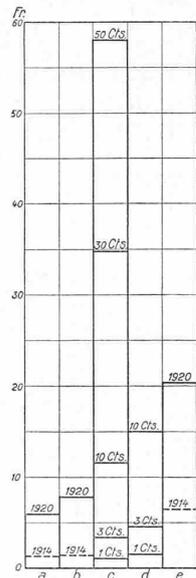


Abb. 2. Graph. Darstellung der in Tabelle I berechneten Kosten pro 100000 nutzbare kcal.

(beispielsweise eines Badofens) 80%, so kosten 1000 nutzbare kcal 12,5 Cts. Steht Elektrizität zum Preise von 4 Cts./kWh zur Verfügung, beträgt der Nutzeffekt eines im Raum aufgestellten Wärmespeicherofens beispielsweise 95%, so stellt sich der Wärmepreis pro 1000 nutzbare kcal auf 5,3 Cts.

Eine Uebersicht über die Heizkosten der aufgeführten Heizarten vor dem Krieg und im Januar 1920 geben die Tabelle I und die Abbildung 2. Diesen sind, wie vorstehend bemerkt, mittlere Heizwerte und Nutzeffekte zu Grunde gelegt. Es ergibt sich daraus, dass im Januar 1920 das Heizen mit Ofen 4,5 mal, mit Zentralheizung 5,3 mal, mit Gas 3,2 mal teurer gewesen ist, als im Jahre 1914. Ferner geht hervor, dass die Zentralheizung sich bei gleich grosser nutzbarer Wärmelieferung trotz der angenommenen grösseren Verluste nur wenig höher als Ofenheizung stellt (vergl. jedoch das unter b Gesagte). Die Gasheizung kam dagegen vor dem Kriege rund 5 mal, im Januar 1920 rund 3,5 mal höher als Ofenheizung zu stehen. Bei Anwendung elektrischer Heizung sind je nach dem Strompreis ausserordentlich grosse Unterschiede zu verzeichnen. Bei Anwendung von Abfallstrom (1 und 3 Cts./kWh) ist sie heute ganz wesentlich billiger, als Kohlen- und Koksheizung. Kostet der Strom dagegen 10 Cts./kWh, so ist sie rund doppelt so teuer wie Ofenheizung und bei Verwendung von Kraftstrom à 30 Cts. oder gar Leuchtstrom à 50 Cts./kWh ist an eine Verwendung bei grossem Wärmebedarf kaum mehr zu denken. Um nicht teurer als Ofen und Zentralheizung zu sein, durfte unter Berücksichtigung der angegebenen Nutzeffekte im Januar 1920 der Strom somit nicht mehr als rund 5 Cts./kWh kosten. Bei Aufstellung elektrischer Heizöfen an den Stellen, wo die Wärme in besonderem Masse erforderlich ist, oder in Räumen, wo durch die rasche An- und Abstellbarkeit der elektrischen Heizung sich besondere Wärmeersparnisse erzielen lassen, kann der Preis jedoch höher sein, ohne dass gegenüber Ofen- und Zentralheizung grössere Heizkosten entstehen. Aber selbst wenn die elektrische Heizung teurer als Kohlenheizung ist, sind in vielen Fällen ihre grossen Vorzüge ausschlaggebend für ihre Anwendung. Es sei nur erinnert an die