

Die Betriebskosten verschiedener Raumheizarten und die Wärmespeicherung bei elektr. Heizung

Autor(en): **Hottinger, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **75/76 (1920)**

Heft 3

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-36494>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Untergeschoss ist brauchbar angelegt. Eine grosse Anzahl der verlangten Räume ist so knapp bemessen, dass in Wirklichkeit nicht mit so viel vermietbarem Raum gerechnet werden darf, wie das Projekt es darstellt. Die Ausbaumöglichkeit an der Ecke Pelikanstrasse-St. Annagasse ist nicht voll ausgenützt, was sich rächt durch Einbusse an brauchbarem Raum. Die Einteilung der Arbeitsräume ist unverständlich und für den Bankbetrieb nicht brauchbar.

Die Fassade stellt einen im ganzen glücklichen Versuch dar, das St. Annahof-Schema zu übernehmen und in einer engeren und strenger Weise zu variieren; speziell bemerkenswert ist die Erdgeschoss-Partie mit ihrem Eingang. (Schluss folgt.)

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

Von M. Hottinger, konsult. Ingenieur, Winterthur.

(Schluss von Seite 19.)

Wärmespeicher.

Am gebräuchlichsten ist heute die Aufspeicherung der Wärme in Form von heissem Wasser in grossen, gut isolierten Behältern. Diese Art der Wärmespeicherung ist anwendbar für Warmwasser-Heizungen und -Versorgungen, wobei man das Wasser im letzteren Falle höchstens bis etwa 90° C, bei Warmwasserheizungen je nach dem im Speicher herrschenden Druck bis etwa 110 (max. 130)° C erwärmt. Viel höher zu gehen ist nicht ratsam, weil bei der Zumischung des Speicherwassers zum Heizungswasser sonst leicht störende Geräusche auftreten. Die rechtzeitige Ausschaltung der Stromzuführung kann automatisch durch Temperaturschalter (D in den Abbildungen 4, 5 und 7) erfolgen, die durch Thermoelemente C ausgelöst werden. Auch die Einschaltung wird gewünschtenfalls auf diesem Wege bewirkt. Aus Wasser-Wärmespeichern kann heisses Wasser oder, wenn das Wasser überhitzt ist, unter Druckentlastung auch Dampf entnommen werden. Bei Wasserentzug und entsprechender Rückleitung von abgekühltem Wasser berechnet sich die aus dem Speicher nutzbar zu machende Wärmemenge W nach der Formel:

$$W = V (\gamma_1 \cdot c_1 \cdot t_1 - \gamma_2 \cdot c_2 \cdot t_2) - W'$$

in der V das Speichervolumen in m^3 , γ_1 bzw. γ_2 das spezifische Wassergewicht am Anfang und am Ende der Entladung in kg/m^3 , c_1 bzw. c_2 die spezifische Wärme des Wassers bei der Anfangstemperatur t_1 bzw. der Endtemperatur t_2 , und W' die Wärmeverluste des Wärmespeichers während der Entladezeit in $kcal$ bedeuten. Daraus ergibt sich das nötige Speichervolumen zu

$$V = \frac{W + W'}{\gamma_1 c_1 t_1 - \gamma_2 c_2 t_2} m^3$$

Dabei ist, wie auch im folgenden, der Einfachheit wegen und weil es sich nur um einen verhältnismässig kleinen Betrag handelt, die bei der Entladung des Speichers aus dem Eisen und der Isolierung des Kessels frei werdende Wärme unberücksichtigt geblieben.

Hat eine kleinere Villa bei $-20^\circ C$ Aussentemperatur beispielsweise einen stündlichen Wärmebedarf von 30000 $kcal$, soll die elektrische Heizung jedoch nur für die Hälfte dieses Bedarfes genügen (bis etwa $0^\circ C$ Aussentemperatur), so braucht sie einen Speicher, der für eine Entladezeit von etwa 12 Stunden $W = 180000 kcal$ aufzunehmen vermag. Rechnet man für diese Zeit mit einem Speicherverlust von $W' = 9000 kcal$ und nimmt an, der Speicher werde auf $t_1 = 120^\circ C$ hochgeheizt, und bis auf $t_2 = 40^\circ C$ im Mittel entladen, so ist $\gamma_1 = 943,5 kg/m^3$; $\gamma_2 = 992,2 kg/m^3$; $c_1 \cdot t_1 = 120,9$; $c_2 \cdot t_2 = 40,1$, somit

$$V = \frac{180000 + 9000}{943,5 \times 120,9 - 992,2 \times 40,1} = 2,54 m^3$$

Pro m^3 Inhalt ergibt sich somit ein nutzbares Speichervermögen von 71000 $kcal$.

Bei *Dampfentnahme* aus dem Speicher hat man zu unterscheiden, ob diesem während der Dampfentnahme Speisewasser zufliesst oder nicht. Findet während der Verdampfung *keine Speisung* statt, so gilt angenähert die Beziehung:

$$G \cdot c (t_1 - t_2) - W' = D \cdot r_m$$

wobei G das anfängliche Wassergewicht in kg , D das entzogene Dampfgewicht in kg , r_m die mittlere Verdampfungswärme sind, und der Vereinfachung wegen $c_1 = c_2 = c$ gesetzt ist.

Somit ist

$$G = \frac{D \cdot r_m + W'}{c (t_1 - t_2)} kg.$$

Das Wasser-Volumen in m^3 ergibt sich daraus zu $V_w = \frac{G}{1000 \cdot v_1}$ wenn v_1 die Dichte des Wassers bei der Temperatur $t_1^\circ C$ ist. Der Gesamtspeicher ist jedoch noch um den gewünschten Dampfraum grösser zu bemessen.

Sind beispielsweise wieder 180000 $kcal$ zu liefern, diesmal jedoch in Form von Dampf, dessen Kondensationswärme zu rd. 530 $kcal/kg$ angenommen werde, so sind 340 kg Dampf erforderlich.

Die Anfangstemperatur im Speicher sei $t_1 = 190^\circ C$ entsprechend rund 13 at abs., die Endtemperatur $t_2 = 110^\circ C$ entsprechend rund 1,5 at abs., W' sei, bessere Isolierung als vorhin vorausgesetzt, wieder = 9000 $kcal$; r_m ergibt sich zu etwa 504 und c kann rund = 1,01 gesetzt werden. Somit wird

$$G = \frac{340 \times 504 + 9000}{1,01 (190 - 110)} = 2240 kg.$$

$$\text{und } V_w = \frac{2240}{1000 \times 0,875} = 2,56 m^3$$

Das ergibt pro m^3 Wasserinhalt ein nutzbares Speichervermögen von rd. 70000 $kcal$.

Wird *während des Entladens gespeist*, sodass das Speisewasser auf die Speicherendtemperatur erwärmt werden muss, so lautet die angenäherte Gleichung:

$$G \cdot c (t_1 - t_2) - W' = D (r_m + t_2 - t_s)$$

wobei t_s die Speisetemperatur bedeutet.

Somit wird

$$G = \frac{D (r_m + t_2 - t_s) + W'}{c (t_1 - t_2)} kg.$$

Setzt man die gleichen Zahlenwerte wie vorhin ein und nimmt t_s zu $50^\circ C$ an, so ergibt sich

$$G = \frac{340 (504 + 110 - 50) + 9000}{1,01 (190 - 110)} = 2490 kg.$$

$$\text{und } V_w = \frac{2490}{1000 \times 0,875} = 2,84 m^3$$

Das nutzbare Speichervermögen pro m^3 ist in dem Falle also rd. = 63000 $kcal$; der Speicherinhalt muss somit jetzt etwa 12% grösser gemacht werden, als wenn das Speisen vor dem Wiederaufladen erfolgt.

Die vorstehende Betrachtung zeigt, dass bei Dampf-abgabe unter einer Druckverminderung des Speicherinhaltes von anfänglich rund 13 at abs. auf 1,5 at abs. der erforderliche Wasserinhalt für eine bestimmte Wärmeleistung nicht stark von jenem eines Speichers abweicht, der die Wärme in Form von Heisswasser abgibt und sich dabei von 120 auf $40^\circ C$ abkühlt. Es ist aber zu berücksichtigen, dass in vielen Fällen eine so weitgehende Druckverminderung des zu verwendenden

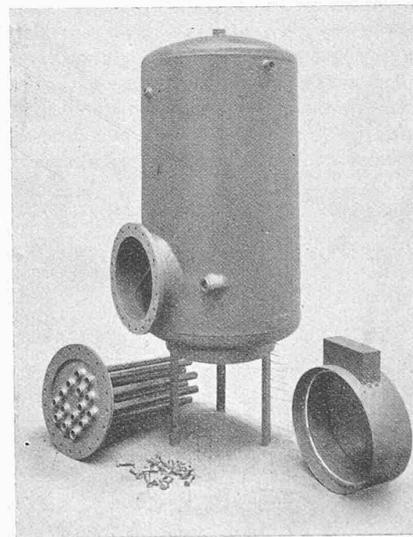


Abb. 3. Vertikaler Widerstand-Warmwasserapparat der Firma Gebr. Sulzer A.-G., Winterthur.

Dampfes nicht zulässig ist und dass dann das erforderliche Speichervolumen entsprechend grösser sein muss. Ausserdem kommt, wie schon bemerkt, bei Dampf-speichern ein gewisses Volumen als Dampf-raum hinzu. Diese Umstände fallen umso mehr ins Gewicht, als bei den hohen Drücken die Speicherkessel stark ausgeführt sein müssen und daher ausserordentlich teuer zu stehen kommen. Dieser Umstand wird noch dadurch verschärft, dass der am 1. Juli 1918 abgeänderte Art. 11 der Verordnung betr. Aufstellung und Betrieb von Dampfkesseln und Dampfgefässen vom Jahr 1897 verlangt, dass die Speicher für den $1\frac{1}{2}$ -fachen Druck erstellt werden, sofern sie sich in, bzw. unter Räumen befinden, in denen sich

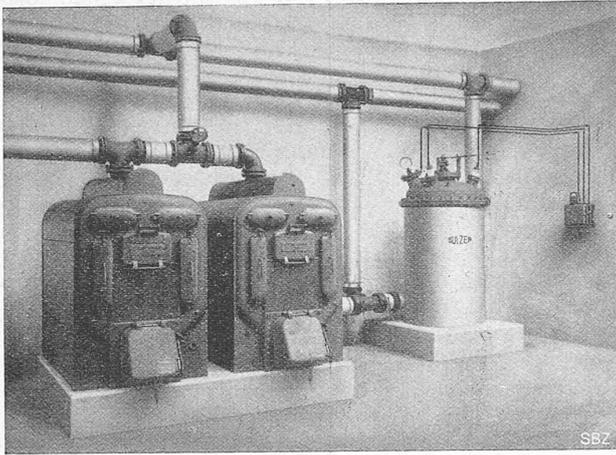


Abb. 6. Elektro-Warmwasserkessel ohne Speicherung, aufgestellt neben den Kohlenkesseln einer Warmwasser-Zentralheizung.

ausser der Bedienung Menschen häufig aufhalten und sofern das Produkt aus dem Gesamthalt in m^3 und dem Betriebsdruck in at die Zahl 5 übersteigt, was bei den in Frage kommenden Drücken fast immer der Fall ist. Demnächst soll zwar eine Totalrevision der Verordnung vorgenommen werden, die eventuell gewisse Erleichterungen bringen wird; trotzdem werden die Hochdruck-Wasserspeicher stets sehr teuer bleiben.

Daraus folgt, dass sich Wasserspeicher für Warmwasser-Heizungen, Warmwasserversorgungen, sowie zur Speicherung von Hochdruckdampf für technische Zwecke eignen, dass sie dagegen nicht empfehlenswert sind zum Betriebe von Nieder- und Mittel-druck-Dampfheizungen.

Zur Ausfüllung dieser Lücke hat Ing. C. Tütsch, Winterthur, einen festen, durch Patente geschützten Wärmespeicher konstruiert, dessen Anwendung in der Spinnerei H. Bühler & Cie., Sennhof, Abb. 12 auf Seite 31 zeigt. Dieses Speichersystem ist in gewissen Fällen am Platz, z. B. wenn in einer Fabrik eine Dampfheizung besteht und beibehalten werden soll, unter Verwendung von selbst erzeugtem

oder billig beziehbarem Nachtstrom. Der Speicherblock enthält ausser den elektrischen Heizwiderständen aus Chromnickel ein System von nahtlosen Verdampferschlangen, in die durch eine Pumpe soviel vorgewärmtes Wasser hereingespeist wird, als aus demselben verdampft. Da stets das gleiche Wasser in der Heizung zirkuliert, ist ein Verkalken der Verdampferrohre nicht zu befürchten. Der Speicherblock ist mit etwa 11 t eingestampfter Speichermasse (Speckstein) aufgefüllt, die durch die Chromnickel-Widerstände mit Nachtstrom bis auf $500^{\circ}C$ und höher erwärmt wird.

Zur angenäherten Berechnung des nötigen Gewichtes fester Speicher dient die Gleichung:

$$G \cdot c_1 t_1 - G c_2 t_2 = D (r_m + i' - t_s) + W'$$

worin der neue Buchstabe i' die mittlere Flüssigkeitswärme des Dampfes bedeutet.

Das nötige Speichergewicht ist also

$$G = \frac{D (r_m + i' - t_s) + W'}{c_1 t_1 - c_2 t_2} \text{ kg.}$$

Dabei sind das Metallgewicht der Verdampferrohre und der Heizwiderstände sowie der sehr geringe Wasserinhalt in den Verdampferrohren ausser Betracht gelassen. Bei festen Speichern lässt sich c_1 nicht ohne weiteres = c_2 setzen, die spezifische Wärme nimmt bei Speckstein, Eisen usw. mit wachsender Temperatur innerhalb den in Frage kommenden Grenzen wesentlich zu.

Sollen, wie früher angenommen, insgesamt $D = 340 \text{ kg}$ Dampf erzeugt werden, und zwar von anfänglich 3 at abs. und zum Schluss von 1,1 at abs., so ist $r_m = 528$, $i' = 119$, t_s werde angenommen zu $85^{\circ}C$, t_1 zu $500^{\circ}C$, t_2 zu $200^{\circ}C$, c_1 zu 0,3, c_2 zu 0,28¹⁾ und W' (infolge der viel höhern Temperaturen als bei den Wasserspeichern) zu 15000 $kcal$, so muss G sein:

$$G = \frac{340 \cdot (528 + 119 - 85) + 15000}{0,3 \cdot 500 - 0,28 \cdot 200} = 3220 \text{ kg}$$

Wiegt der m^3 des lose eingefüllten Speichermaterials beispielsweise 1600 kg , so sind rd. 2 m^3 erforderlich, d. h. 1 m^3 Speicherinhalt hat ein Speichervermögen von rd. 90000 $kcal$.

¹⁾ Die Werte von c_1 und t_2 sind für loses Specksteinmaterial gedacht. Die angenommenen Zahlenwerte sind jedoch unsicher, da meines Wissens der Verlauf der spezifischen Wärme für dieses Material bei Temperaturen von $200-500^{\circ}C$ noch nicht bekannt ist. Auch variieren die Werte mit der Sorte des angewendeten Materials; sie bedürften also eventuell einer wesentlichen Korrektur, mögen aber hier, zur Durchführung der beispielsweise Vergleichsrechnung, wie angegeben gewählt werden.

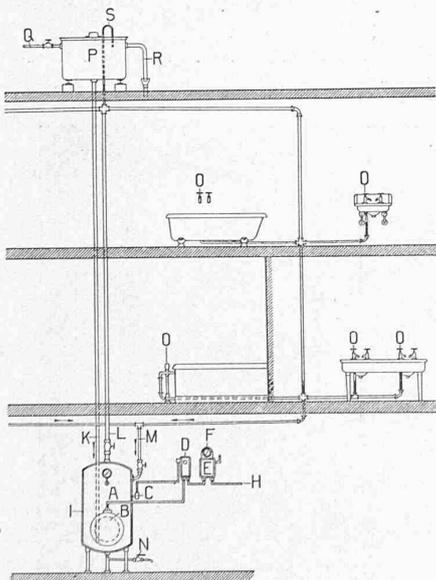


Abb. 4. Elektrische Warmwasserbereitungsanlage.

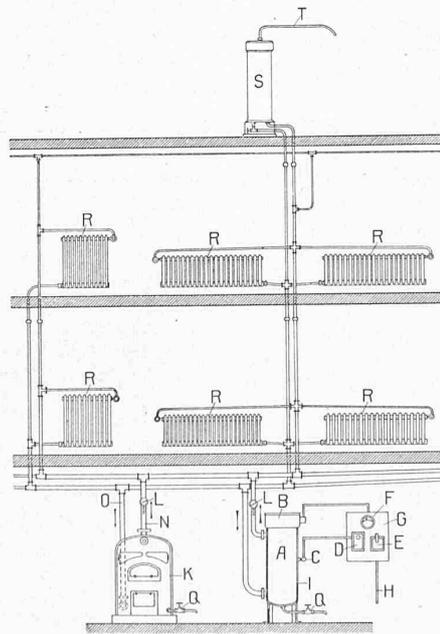


Abb. 5. Elektro-Warmwasserkessel ohne Speicherung in Verbindung mit Kohlenfeuer-Warmwasserheizung.

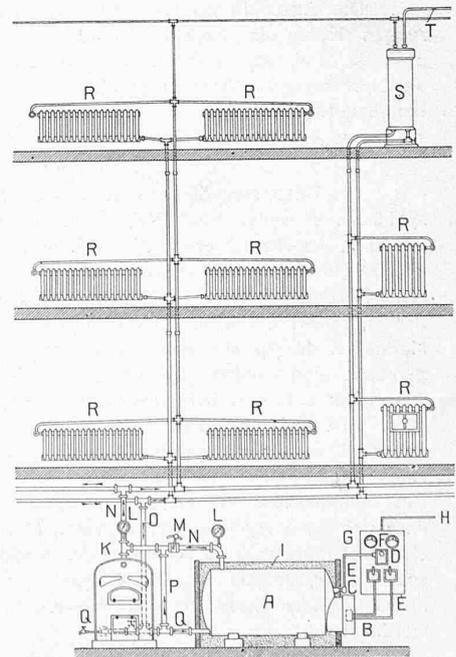


Abb. 7. Elektro-Warmwasserkessel mit Speicherung in Verbindung mit Kohlenfeuer-Warmwasserheizung.

LEGENDE (zu Abb. 4): A Elektrisch geheizter Warmwasserapparat, B Elektrischer Heizeinsatz, C Temperaturkontakt, D Automatischer Schalter mit Temperatur-Einstellvorrichtung, E Schaltkasten, F Ampèremeter, H Stromzuführung, I Isolierung, K Kaltwasserleitung, L Warmwasserleitung, M Zirkulationsleitung, N Entleerung, O Zapfstellen für Warmwasser, P Kaltwasser-Reservoir mit Schwimmer-Ventil, Q Anschluss an das Kaltwasser-Leitungsnetz, R Ueberlauf, S Entlüftung.

LEGENDE (zu Abb. 5 und 7): A Elektrischer Durchlaufkessel (in Abb. 7 Akkumulierkessel), B Elektrischer Heizeinsatz, C Temperaturkontakt, D Automatischer Schalter mit Temperatur-Einstellvorrichtung, E Handschalter, F Ampèremeter (D, E, F auf Schalttafel G vereinigt), H Stromzuführung, I Isolierung, K mit Brennstoff geheizter Kessel, L Thermometer, M Mischventil, N Heizwasser-Vorlaufleitung, O Heizwasser-Rücklaufleitung, P Umföhrungsleitung, Q Entleerungen, R Radiatoren, S Expansionsgefäss, T Ueberlauf.

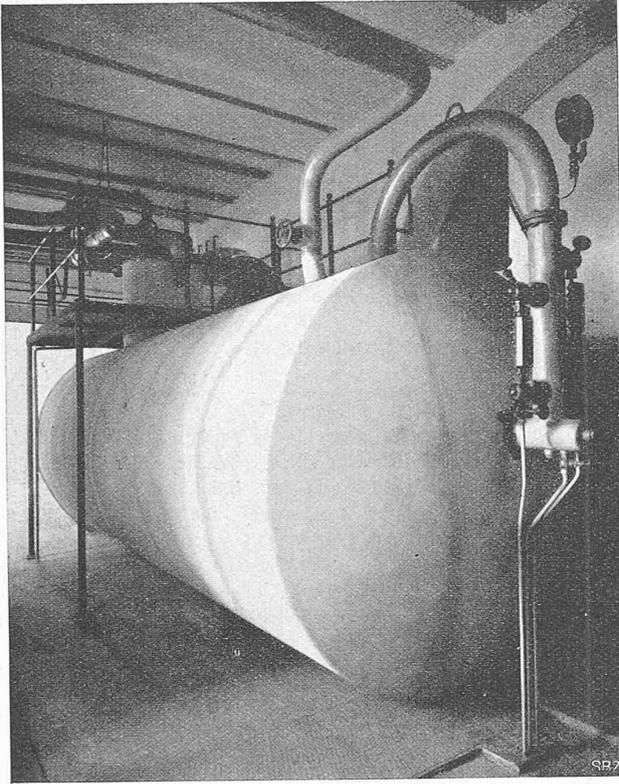


Abb. 11. Hochdruck-Dampfspeicher in der Seidenfärberei Rob. Schwarzenbach & Cie. in Thalwil.

Zur Bestimmung des Gesamtraumbedarfes ist allerdings noch der Platz für die Ummauerung und die Isolierung hinzuzurechnen. Immerhin ergibt sich, dass feste Speicher unter den vorausgesetzten Bedingungen eher etwas weniger Platz erfordern, als Wasserspeicher gleicher Leistung.

Die Anschaffungspreise der verschiedenen Speicherausführungen richten sich nach der Marktlage und da sie heute ganz unsicher sind, soll von einem bezüglichen Vergleich abgesehen werden. Dagegen lasse ich zum Schlusse noch einige Ausführungsbeispiele folgen.

Einige Ausführungsbeispiele für elektrische Heizung mit Wärmespeicherung.

Die Umsetzung des Stromes in Wärme erfolgt in den Wasserspeichern entweder durch *Widerstand-Heizkörper* oder *Elektroden-Heizung*, worüber Obering. E. Höhn in den Nummern vom 8., 22. und 29. November 1919 dieser Zeitschrift berichtet hat. Die Widerstand-Heizkörper werden gewöhnlich isoliert ins Wasser gelegt. Brown, Boveri & Cie. bringen aber auch eine Anordnung auf den Markt, bei der spiralig gewundene Widerstanddrähte unisoliert angeordnet sind, sodass der Strom die Widerstände erhitzt und ausserdem z. T., wie bei Elektrodenheizung, direkt durchs Wasser geht. Die Widerstände sind dabei teilweise von Isolierrohren umgeben. Diese Anordnung hat gegenüber gewöhnlicher Elektroden-Heizung den Vorteil, dass die totale Stromaufnahme der Apparate, trotz veränderlicher Wassertemperatur, nahezu konstant bleibt, ohne dass von Hand reguliert werden muss. Einige Ausführungsbeispiele elektrischer Heizung für verschiedene Zwecke, mit und ohne Wärmespeicherung, zeigen die Abbildungen 3 bis 11, die mir von der Firma Gebrüder Sulzer A.-G. in Winterthur zur Verfügung gestellt worden sind.

Abbildung 3 veranschaulicht einen vertikalen Widerstand-Warmwasserapparat, dessen Anwendung bei einer Warmwasser-Versorgungsanlage aus Abbildung 4 hervorgeht. Ebenfalls mit Widerstandheizung ist der Wärmespeicher zum Betriebe einer Warmwasserheizung Abbildung 7 versehen. Solche Speicher können jedoch auch mittels der bei grösseren Leistungen (von über 100 kW) billigeren Elektrodenheizung (Abbildungen 8 und 10) erwärmt werden. Diese hat ausser dem niedrigeren Anschaffungspreis den Vorteil, dass sie für die direkte Verwendung hoher Spannungen brauchbar

ist, wodurch unter Umständen teure Transformatorenanlagen erspart werden können.²⁾ Bisweilen fällt dieser Umstand allerdings ausser Betracht, z. B. wenn die Transformatoren, die tagsüber dem Fabrikbetrieb dienen, nachts zur Transformierung des Speicherstromes verfügbar sind. Bei der Widerstandheizung sind Spannungen bis etwa 500 Volt gebräuchlich und wie bekannt sowohl Gleich- als Wechselstrom anwendbar. Bei Elektrodenheizung kommt dagegen nur Wechselstrom in Frage, da Gleichstrom das Wasser zersetzen würde. Der Vollständigkeit halber sind noch die Abbildungen 5 und 6 beigelegt, obwohl sie sich auf Warmwasserheizung ohne Wärmespeicherung beziehen; sie zeigen die Kombination eines sogen. „Durchlaufapparates“ (eines Elektrokessels mit kleinem Wasserinhalt) mit dem Kohlenkessel einer Zentralheizung.

Da sich Wasserspeicher für Nieder- und Mitteldruck-Dampfheizung, wie vorstehend erläutert, wenig eignen, werden in Fabriken statt dessen neuerdings bisweilen Pumpen-Warmwasserheizungen erstellt, bzw. bestehende Dampfheizungen in solche umgebaut. Ein Beispiel hierfür ist Abbildung 9, die eine von der Firma Gebrüder Sulzer A.-G. in der Bronzwarenfabrik A.-G. Turgi ausgeführte Pumpen-Warmwasserheizung mit elektrisch geheiztem Wärmespeicher darstellt. Dieser ist neben dem früher benützten kohlengeheizten Dampfkessel von 44 m² Heizfläche eingemauert, der nunmehr als Warmwasserkessel zur Unterstützung der elektrischen Heizung während der kältesten Zeit benützt wird. Links im Bilde ist die Pumpe zu erkennen. Der Speicher ist mit Chromnickel-Widerstand-Heizkörpern versehen, die in vier Gruppen angeordnet sind und von dem 200 m entfernten Maschinenraum aus ein- und ausgeschaltet werden können, sodass der Maschinist die Heizung in bequemster Weise zu bedienen in der Lage ist. Die Fernschalter im Kesselhaus sind in der Mitte des Bildes sichtbar. Zur Anwendung kommt Drehstrom von 350 Volt. Der Speicher hat eine maximale Leistungsaufnahme von 135 kW und ein Wasservolumen von 10 m³, das im Maximum auf 110° C erwärmt wird. Diese elektrisch beheizte Pumpen-Warmwasserheizung ist infolge des Kohlenmangels an Stelle einer unwirtschaftlich und unhygienisch arbeitenden Hochdruck-Dampfheizung erstellt worden, die 60 Jahre lang im Dienste gestanden hatte, und bewährt sich in jeder Beziehung vorzüglich. — Anlagen mit Widerstands-Heizung sind bereits in grosser Zahl ausgeführt worden.

Als Beispiel für eine Hochdruckdampf-Speicheranlage sei die von der gleichen Firma in Verbindung mit der A.-G. Brown, Boveri & Cie. in Baden in der Seidenfärberei R. Schwarzenbach & Cie. in Thalwil ausgeführte Anlage mit Elektrodenheizung (Abbildungen

²⁾ Die grösste bis jetzt in Elektrokesseln, System Sulzer und Brown-Boveri, zur Anwendung gebrachte Spannung beträgt 8000 V; Versuche für die direkte Anwendung von 15000 V sind z. Z. im Gange.

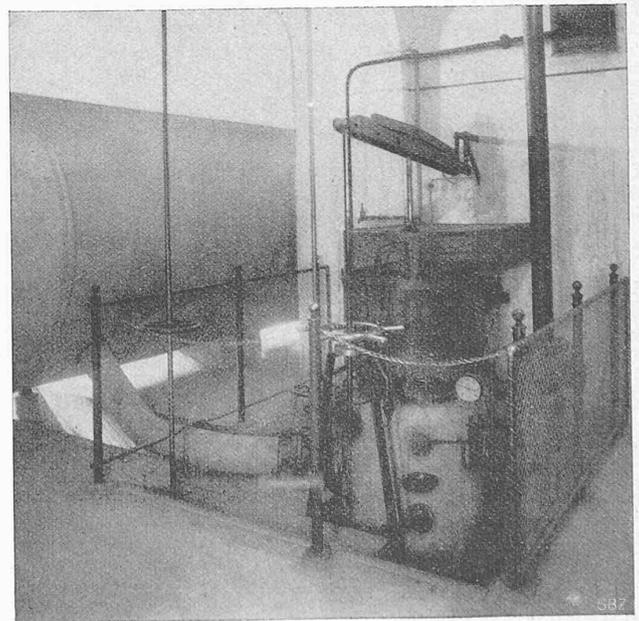


Abb. 10. Elektroden-Kessel System Brown, Boveri & Cie., Baden (rechts) und Dampfspeicher (links) in der Seidenfärberei R. Schwarzenbach & Cie.

10 und 11) genannt. Es steht daselbst Nachtstrom in Form von Drehstrom von 8000 Volt zur Verfügung. Die Normalleistung des vom Speicher getrennt aufgestellten Elektrodenkessels beträgt 500 kW. Der den Elektrodenkessel verlassende Dampf wird, wie Abbildung 10 zeigt, einem als Walzenkessel ausgebildeten Wärmespeicher (Abbildung 11) zugeführt, dem er während der Betriebs-

guter Regulierbarkeit beispielsweise nur 50 % ergeben würde, so spart man im Tag

$$\frac{200 \times 860 \times 0,85 \times 11}{6500 \times 0,5} = \text{rd. } 500 \text{ kg Kohlen.}$$

Angenommen diese Ersparnis lasse sich in vollem Umfange während 150 Heiztagen pro Winter erzielen, so entspricht dem ein

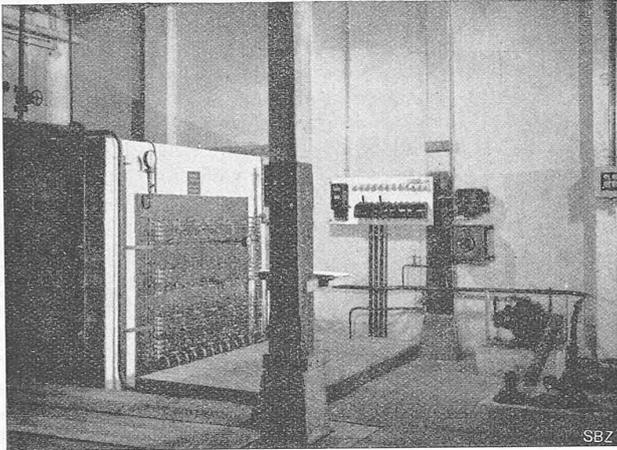


Abb. 12. Fester Wärmespeicher, System C. Tütsch, für eine Dampfheizung von max. 2 at Betriebsdruck in der Spinnerei H. Bühler & Cie. im Sennhof bei Winterthur.

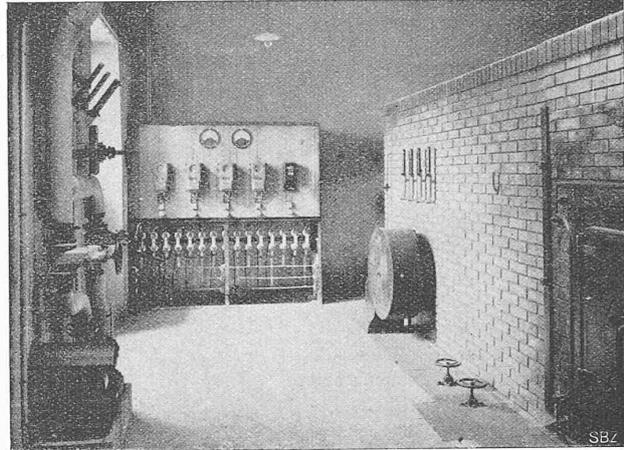


Abb. 9. Elektrisch geheizter Wärmespeicher für eine Pumpen-Warmwasserheizung, erstellt von der Firma Gebr. Sulzer in der Bronzwarenfabrik A.-G. Turgi.

zeit unter einem Druck von 3 bis 4 at eff. nach Belieben für die verschiedenen Verwendungszwecke entnommen werden kann. Die Regulierung der Stromaufnahme erfolgt in einfachster Weise durch das in Abb. 10 erkennbare Handrad, dessen Spindel mittels eines Hebels die die Elektroden umgebenden Verdampferrohre verschiebt.

Anlagen mit Elektrodenheizung und Wärmespeicherung sind auch für Raumheizung schon wiederholt ausgeführt worden, u. a. im Gemeindeschulhaus Aarau und in der Villa des Herrn Sidney Brown in Baden.

Den bereits erwähnten, seit Herbst 1919 in der Spinnerei H. Bühler & Cie. Sennhof, mit bestem Erfolg im Betrieb stehenden festen Speicher (System Tütsch) zur Niederdruckdampferzeugung zeigt Abbildung 12. Den Anstoss zu seiner Erstellung gaben die Umstände, dass die Fabrik über selbst erzeugte Elektrizität verfügt und ausserdem billigen Strom von auswärts beziehen kann; ferner weil eine Dampfheizung für 2 at Betriebsdruck zur Heizung der Spinn-

Kohlenminderverbrauch von rund 75 t. Selbstverständlich liegen die Verhältnisse noch günstiger bei Anlagen, die nicht nur im Winter, sondern während des ganzen Jahres benützt werden können.

Feste Wärmespeicher kommen auch zur Anwendung in Form von elektrisch beheizten Speicheröfen, die in den Räumen selber aufgestellt werden. Solche Öfen werden von verschiedenen Firmen erstellt. Auch sind an einzelnen Orten einfach elektrische Heizeinsätze in bestehende Öfen eingebaut worden. Dies ist beispielsweise der Fall in der in Bd. LXXII, Tafel 11 (vom 12. Oktober 1918) abgebildeten Wohnstube des Hauses „Maiensäss“ in Kilchberg. Nach Angaben des Besitzers liess dieser in den Feuerraum des vorhandenen, vom Gang her zu feuernden alten Kachelofens versuchsweise ein Widerstand-Heizelement von $1,6 + 0,8 = 2,4 \text{ kW}$ einbauen. Durch einfache Verbindung der oberen Russtüröffnung unmittelbar vor dem geschlossenen Kaminschieber mit dem Feuerraum des Ofens durch ein 5 cm weites Blechrohr gelang es, einen Luftumlauf innerhalb des Ofens herbeizuführen, wobei die in diesem Rohr gemessene Rücklauftemperatur der Luft auf 90 bis 100°C gebracht werden konnte. Der Heizeffekt entspricht bei einem Energieaufwand von im Mittel 15 kWh (Nachtstrom zu 7 Cts.) ungefähr dem Verbrennen von $1\frac{1}{2}$ Reisigwellen (Holzwert 60 Rappen, Vorkriegspreis). Heute ist die elektrische Heizung des stattlichen Wohnraumes billiger als die Holz- oder Kohlenfeuerung; die Regelung erfolgt durch einen einfachen Stufenschalter, und eine Sperruhr vor dem Zähler sichert gegen Stromverwendung zu Zeiten hoher Netzbelastung.

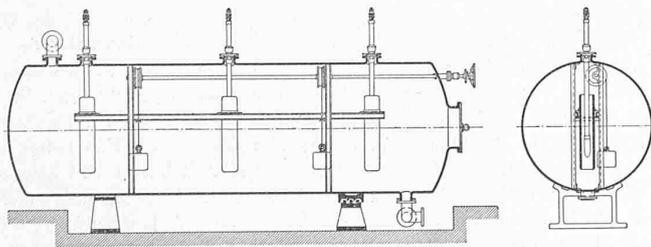


Abb. 8. Wärmespeicher mit Elektrodenheizung System Gebr. Sulzer A.-G., Winterthur, und Brown, Boveri & Cie., Baden.

säle vorhanden war und bestehen bleiben sollte. Der aufgestellte Speicherblock hat sich zur Heizung eines Saales von rund 5300 m^3 Inhalt während des letzten Winters so gut bewährt, dass die Firma zur Aufstellung weiterer Einheiten zwecks Beheizung der ganzen Fabrik geschritten ist. Im nächsten Winter sollen an der noch in verschiedener Beziehung abgeänderten Anlage eingehende Versuche vorgenommen und veröffentlicht werden.

Bezüglich Kohlenersparnis durch elektrische Speicherheizung diene folgendes:

Steht beispielsweise in einer Fabrik eine Anlage von 200 kW während 10 Nachtstunden und über Mittag von 1 bis 2 h zum Aufladen eines Wärmespeichers zur Verfügung und arbeitet die Gesamtanlage mit einem guten Nutzeffekt von z. B. 85 %, indessen die Kohlenheizung infolge Kessel- und Leitungsverlusten, sowie weniger

† Joh. Rudolf Streiff.

Aus reicher und bedeutender Lebensarbeit heraus ist am Freitag den 25. Juni 1920 der Architekt Joh. Rudolf Streiff in Zürich im Alter von 47 Jahren aus dem Leben geschieden. Einer der gesuchtesten und erfolgreichsten der zur Zeit in Zürich schaffenden, ein künstlerisch fein organisierter und äusserst ernst gerichteter Architekt, ausgesprochen ein Raumkünstler, hat sein Reisszeug niedergelegt. Zu früh! werden alle, die ihm nahe gestanden haben, sagen, denn er schied in vollster gestaltender Kraft und versprach noch viel.

Rudolf Streiff kam von Glarus. Einer alten Glarner Familie entstammend, hat er dort die Jugendjahre verlebt und die untern Schulen besucht; aber schon zum Besuch der Kantonsschule kam er nach Zürich. 1892 bis 1895 hat er die Bauschule der Eidgen. Techn. Hochschule durchgemacht und mit der Diplompprüfung abgeschlossen. Aus dieser Studienzeit bewahrte er eine grosse Dank-