

Zeitschrift: Bauen + Wohnen = Construction + habitation = Building + home : internationale Zeitschrift
Herausgeber: Bauen + Wohnen
Band: 11 (1957)
Heft: 5

Artikel: Industrie-Heizanlagen
Autor: Weber, A.P.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-329543>

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: 05.05.2025

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

Industrie-Heizanlagen

von A. P. Weber
beratender Ingenieur SIA, Zürich

Die moderne Produktivität und Konkurrenzfähigkeit industrieller Betriebe bedingt, daß auch die Heizeinrichtungen einer Fabrik sorgfältig und nicht zuletzt auch nach wirtschaftlichen Erwägungen gewählt werden. Die Betriebskosten industrieller Heizanlagen belasten die Gesamtbetriebskosten vielfach in außerordentlich großer Höhe. Die richtige Wahl des Heizsystems und auch die Wahl der Wärmeerzeugungsanlage ist entscheidend für die spätere Rentabilität einer industriellen Heizeinrichtung. Da die Schweiz bekanntlich in der Energieversorgung weitgehend vom Ausland abhängig ist, ist es auch von volkswirtschaftlicher Bedeutung, daß unsere Industriebetriebe mit wirtschaftlich arbeitenden Heizanlagen ausgerüstet werden. Die Bedeutung der Heizungstechnik geht schon aus dem Umstand hervor, daß wir vom Auslande für rund dreihundert Millionen Franken Brennstoffe, in der Hauptsache Kohle und Öl, jährlich einführen müssen. Insbesondere die Einfuhr von Heizöl hat in den letzten Jahren einen großen Zuwachs erhalten. Während zum Beispiel 1938 170 000 Tonnen eingeführt wurden, betrug die Einfuhr in den letzten Jahren über 600 000 Tonnen. Die Heizöleinfuhr hat sich also mehr als verdreifacht, und ihr Wert mehr als vervielfacht. Gegenüber 1938 mußte die Schweiz zum Beispiel 1950 über 135 Millionen Franken mehr für Kohle und Öl ins Ausland bezahlen. Der prozentuale Anteil der verschiedenen Energieträger an der Deckung des gesamten Rohenergieaufwandes beträgt gegenwärtig bei uns in der Schweiz für:

Kohle	46 % (52)
Flüssige Brennstoffe	20 % (28)
Holz und Torf	11 % (8)
Wasserkraft	23 % (1)

Die in den Klammern angeführten Zahlen beziehen sich auf die Energiebilanz der Erde; die dort fehlenden 11 % betreffen das in der Schweiz nicht verwendete Erdgas. Wir verwenden also 66 % importierte Energieträger. Der Anteil der verschiedenen Verbraucher verhält sich nach Professor Bauer ungefähr wie folgt:

Licht : Kraft : Wärme wie 1 : 6 : 60

Die Wärmeerzeugung ist somit der Hauptenergiekonsument, wobei im obigen Wert selbstverständlich die gesamte industrielle Wärmeerzeugung miteingeschlossen ist und nicht nur diejenige für Heizanlagen. Anfangs dieses Jahrhunderts wurde noch bei allen größeren Heizanlagen für industrielle Betriebe die Dampfheizung gewählt, ein Heizsystem, das bei uns heute praktisch nur noch in Ausnahmefällen zur Anwendung gelangt. Als in der Krisenzeit der Dreißigerjahre die Industriebetriebe auf erhöhte Wirtschaftlichkeit achten mußten, wurde im Zuge der Rationalisierung bei vielen Industriebetrieben die Dampfheizung auf Heißwasserbetrieb umgebaut. Bei der Dampfheizung erfolgt die Wärmeabgabe im Verbraucher bekanntlich zum größten Teil durch Kondensation bei dem der Arbeitstemperatur entsprechenden Dampfdruck. Das Kondensat wird normalerweise in ein Reservoir zurückgeleitet, das meist mit der Atmo-

sphäre in Verbindung steht. Die Kondenswasserrückleitung steht daher unter Atmosphärendruck, so daß das Kondenswasser nach dem Verlassen des Kondensstoffes ebenfalls Atmosphärendruck annimmt, wobei durch Nachverdampfung sogenannter Schwandendampf entsteht. Dies hat zur Folge, daß wesentliche Verluste entstehen, da der erwähnte Schwandendampf nur in Ausnahmefällen für die Vorwärmung von Speisewasser und Gebrauchswasser verwendet werden kann. Die größten Wärmeverluste bestehen wohl bei den Kondenswasserrückleitungen, die nach einer gewissen Betriebszeit nicht mehr zuverlässig arbeiten, wodurch mit dem Kondensat auch ziemlich viel Dampf abströmt. In vereinzelten Fällen von Hochdruckdampfheizung geht das Kondensat überhaupt verloren, so daß beim Wärmeerzeuger große Frischwassermengen dauernd zugesetzt werden müssen. Ein weiterer großer Nachteil der Dampfheizung besteht in der schlechten Regulierbarkeit und in der relativ komplizierten Anlage des Rohrnetzes.

Die Heißwasserheizung arbeitet mit Wassertemperaturen zwischen 110 und 200° C. Der Stromkreis ist vollkommen geschlossen und zur Einhaltung einer Heiztemperatur von über 100° muß naturgemäß das ganze Heizsystem unter einen entsprechenden Druck gesetzt werden. Im Gegensatz zur normalen Warmwasserheizung steht daher die Heißwasserheizung mit der Atmosphäre nicht in offener Verbindung. Die Hauptvorteile der Heißwasseranlage gegenüber dem Dampfbetrieb sind:

1. generelle Regulierbarkeit, das heißt weitgehende Anpassungsfähigkeit der Heiztemperatur an das Außenklima oder die Betriebsbedürfnisse;
2. geschlossener Kreislauf, daher immer dasselbe Wasser in der Anlage, wodurch nur wenig Korrosionsgefahr besteht;
3. keine Kondensationswirtschaft, das heißt Wegfall der Verluste durch Nachverdampfung und Undichtigkeiten an Kondenswasserrückleitungen;
4. große Speichereffektivität, da in 1 m³ Wasser bedeutend mehr Wärme gespeichert werden kann als in 1 m³ Dampf von gleicher Temperatur;
5. praktisch keine Kalkablagerung im System, da immer dasselbe Wasser zirkuliert;
6. unabhängig von Niveaudifferenzen bezüglich der Leitungsführung, was speziell bei Fernheizungen von großer Wichtigkeit sein kann;
7. geringere Wartung gegenüber dem Dampfbetrieb und
8. größere Wirtschaftlichkeit.

Trotz den vorerwähnten großen Vorteilen der Heißwasserheizung darf man sich nicht dazu verleiten lassen, in allen Fällen der Heißwasserheizung gegenüber dem Dampf den Vorzug zu geben. Die Frage Dampf oder Heißwasser muß in jedem einzelnen Fall genau untersucht werden, und zwar durch die Aufstellung einer zuverlässigen Wirtschaftlichkeitsuntersuchung. Der Umbau bestehender Dampfheizungen auf Heißwasser ist immer dann zu empfehlen, wenn die Umbaukosten mit den Einsparungen an Brennstoffkosten finanziert werden können. In industriellen Betrieben, die Heizwärme nicht nur während des Winters, sondern über das ganze

Jahr benötigen, sind die Ersparnisse an Betriebskosten in der Regel sehr groß. Es gibt indessen auch Fabriken, welche für die Fabrikation verhältnismäßig viel Dampf benötigen. In solchen Fällen ist es nicht immer wirtschaftlich interessant, die Anlage auf Heißwasser umzustellen. Selbstverständlich kann man bei einer Heißwasserheizung ebenfalls Dampf erzeugen durch die Aufstellung eines Heißwasser-Dampfumformers. Dies hat allerdings zur Voraussetzung, daß die Heißwassertemperatur entsprechend höher liegt als die benötigte Dampftemperatur. Bei der Heißwasserheizung ist es nicht unbedingt notwendig, daß die Wärmeerzeugung in brennstoffgefeuerten Kesseln erfolgt, zum Beispiel gerade in Fabriken, wo Hochdruckdampfessel für die industrielle Dampfversorgung erforderlich sind. Die Aufbereitung des Heißwassers erfolgt in solchen Fällen in einem sogenannten Kaskadenumformer, in welchem Dampf in direktem Kontakt mit dem zu erwärmenden Heißwasser kondensiert wird. Diese Umformer benötigen verhältnismäßig wenig Platz und haben zudem den großen Vorteil, daß das Temperaturgefälle zwischen dem Primärsystem (Dampf) und dem Sekundärsystem (Heißwasser) nur sehr gering ist. Diese Kaskadenumformer werden in letzter Zeit oft in Kombination mit Wärmespeichern verwendet, derart, daß von der Dampfkesselanlage über den Kaskadenumformer der Heißwasserspeicher aufgeladen wird. Der Wärmespeicher, heute meist in vertikaler Ausführung gewählt, dient zur Überbrückung von Wärmespitzen, die in Industriebetrieben sehr häufig sind, oder er kann auch dazu verwendet werden, billige elektrische Nachtenergie aufzunehmen und tagsüber dem Heizsystem abzugeben. Wenn eine Heizungsanlage während der Nacht nur mittels des Speichers mit Wärme versorgt werden kann, dann besteht weiter die Möglichkeit, daß eine Wartung der Hochdruckkesselanlage während der Nacht nicht erforderlich wird.

Durch die zweckmäßige Wahl des Temperaturgefälles zwischen Vor- und Rücklauf einer Heißwasserheizung werden verhältnismäßig geringe Rohrleitungsdurchmesser erforderlich. Als Vergleich diene ein Beispiel für den Wärmetransport von 4 Mill. kcal/h durch Dampf von 16 kg/cm² 200° und Heißwasser derselben Temperatur. Bei einer Dampfgeschwindigkeit von 30 m/sec wird eine Dampfleitung von 100 mm $\varnothing$ und eine Kondensatleitung von 55 mm $\varnothing$ erforderlich, während bei Heißwasserbetrieb bei 80° Rücklauftemperatur eine Rohrleitung von 70 mm $\varnothing$ nötig wird. Für den Transport von 1000 kcal/sec sind nötig:

500 dm ³ Hochdruckdampf 6 atü	
35 m/sec, 135/50 mm $\varnothing$	
2200 Liter Niederdruckdampf 0,5 atü	
25 m/sec, 335/50 mm $\varnothing$	
22 Liter Heißwasser 164/114°	
1,3 m/sec, 143 mm $\varnothing$	
52 Liter Warmwasser von 90/70°	
1,3 m/sec, 230 mm $\varnothing$	

Aus diesen Zahlen geht eindeutig hervor, daß für den Transport großer Wärmemengen das System der Heißwasserheizung wesentliche Vorteile aufweist. Solche Anlagen kommen vor allem in Frage in Textilwerken, Färbereien, Appreturanstalten, Spinnereien, Webereien, Wäschereien, Gummiwerken, keramischen

Industrien, Holzindustrien, Papierfabriken, Nahrungsmittelindustrie, Schlachthöfen, der chemischen Industrie und anderem mehr.

Bei der Wahl der Wärmeerzeuger und des Brennstoffes ist auf die Wirtschaftlichkeit besonders zu achten. Heißwasseranlagen mit Temperaturen von über 130° Betriebstemperatur haben zur Folge, daß die normalen Gußzentralheizungskessel nicht mehr verwendet werden können. Es wird die Aufstellung von Stahlkesseln erforderlich. Diese Stahlkessel sind nicht nur wesentlich teurer, sondern sie bedingen auch eine wesentlich sorgfältigere Bedienung und Überwachung. Über einige moderne Stahlkesselkonstruktionen orientieren die Abbildungen 1, 4 und 6. In kleineren Betrieben, wo nur Wärme für die Raumheizung benötigt wird, genügen oft Heißwassertemperaturen von nur 110 bis 130° C. In solchen Fällen können dann die konventionellen Gliederkessel verwendet werden. Bei allen größeren Kesselanlagen sind entsprechende Kontroll- und Überwachungsinstrumente aufzustellen, insbesondere für die Messung der Rauchgastemperatur, des CO₂-Gehaltes, des Kaminzuges und eventuell auch Kontrolle der Raumtemperaturen durch Fernmeßanlagen. Die Anschaffung dieser Kontrollinstrumente wird erfahrungsgemäß in kurzer Zeit amortisiert durch die Einsparungen im Brennstoffverbrauch.

Für die Wahl des günstigsten Brennstoffes ist der sogenannte Brennstoffwärmepreis zu beachten. Dieser gibt an, wie hoch die Brennstoffkosten sind für die Erzeugung einer Million kcal unter Berücksichtigung des Heizwertes des Brennstoffes und des Wirkungsgrades der Verbrennung. Gegenwärtig beträgt der Brennstoffwärmepreis für:

Heizöl leicht	zirka Fr. 32.-/10° kcal
Heizöl schwer (III)	zirka Fr. 27.-/10° kcal
Koks	zirka Fr. 47.-/10° kcal
Flammkohle (aut.)	zirka Fr. 34.-/10° kcal
Anthrazit	zirka Fr. 45.-/10° kcal
Holz (Scheitholz)	zirka Fr. 80.-/10° kcal
Stadtgas	zirka Fr. 54.-/10° kcal
Elektrizität	zirka Fr. 63.-/10° kcal

Beim Stadtgas ist ein Preis von 15 Rp./m³ zugrunde gelegt und bei der Elektrizität ein Strompreis von 5 Rp./kWh. Bei den festen und flüssigen Brennstoffen sind Durchschnittspreise der Rechnung zugrunde gelegt worden. Bekanntlich sind die Einkaufspreise zur Zeit sehr labil; weiter variieren diese etwas mit der Jahreszeit und mit der Bezugsquantität. Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, daß unsere einheimischen Energien – Holz und Elektrizität – leider im allgemeinen wirtschaftlich nicht interessant sind. Wie schon erwähnt, kann die Wärmeerzeugung mittels Elektroenergie dann konkurrenzfähig werden, wenn billiger Nachtstrom oder Abfallenergie zur Verfügung stehen. Die Erstellung von Elektrokesselanlagen in Verbindung mit Wärmespeichern muß sehr sorgfältig untersucht und geplant werden. Die Bestimmung des sogenannten Äquivalenzpreises der Elektroenergie erfordert eine eingehende Untersuchung der Betriebskosten unter Berücksichtigung des Kapitaldienstes der Mehranlagekosten für die Elektroeinrichtung. In der Regel wird mit dem Stromlieferer ein Liefervertrag abgeschlossen, in welchem der Stromlieferpreis für verschiedene Betriebsbedingungen und für verschiedene Verhält-

nisse des Brennstoffmarktes umschrieben ist. Das Schema einer solchen Elektroanlage in Kombination mit einer Raumheizung ist aus der Abbildung 10 ersichtlich. Die Kosten für elektrische Energie sind dann gleich hoch wie die Brennstoffkosten, wenn der kWh-Preis folgendem Wert entspricht:

$$\text{Preis der Elektroenergie} = \frac{860 \times \text{Wirkungsgrad der Elektroanlage}}{\frac{\text{Heizwert des Brennstoffes} \times \text{Wirkungsgrad der Brennstoffanlage}}{\text{x spez. Brennstoffpreis.}}} \times$$

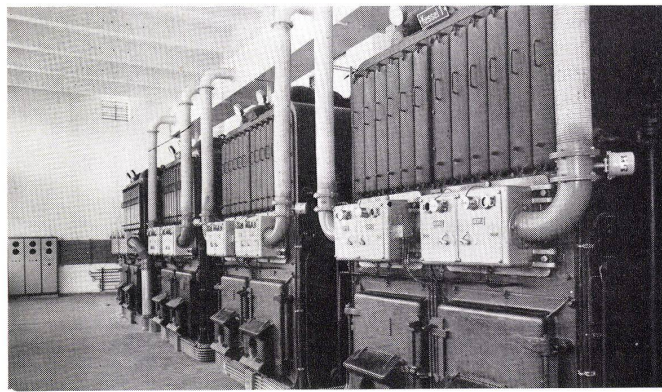
Es wird also Parität zwischen dem Brennstoffpreis und dem Preis der elektrischen Energie angestrebt. Steigen die Brennstoffpreise, dann kostet die Elektroenergie mehr und umgekehrt. Der Äquivalenzpreis liegt bei Ölfuerung etwa zwischen 2-3 Rp./kWh (gegenwärtig bei zirka 3-4 Rp./kWh).

Die für die Elektrokesselanlagen immer wieder auftretende Forderung nach Koordination von Liefermöglichkeit der Energie und zeitlich nicht damit zusammenfallendem Wärmebedarf führte zu mannigfachen technischen Lösungen. Durch sorgfältiges Abwägen aller Faktoren ist es oft möglich, Wege zu finden, die den Energielieferanten und den Konsumenten in gleichem Maße befriedigen, weil sie die ökonomische Verwendung von inkonstanter elektrischer Energie ermöglichen.

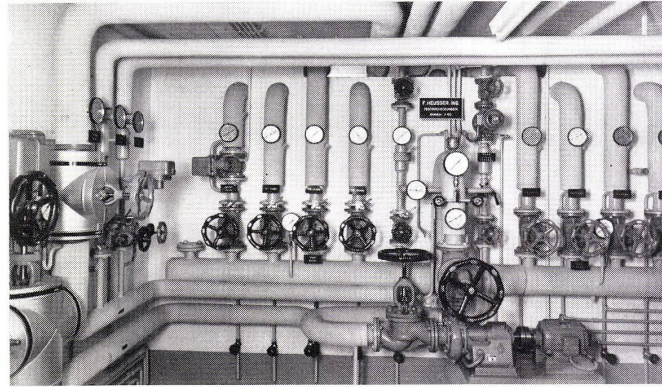
Neben dem Brennstoffparitätspreis berücksichtigt man bei größeren Anlagen auch noch den Gesamtparitätspreis, in dem neben den Strom- und Brennstoffkosten weiter die Auslagen für Bedienung, Reparaturen, Lagerhaltung, Unterhalt und die Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals berücksichtigt sind.

Die Wärmeerzeugung mittels Wärmepumpen ist bei den heutigen Brennstoffpreisen nur bei außerordentlich günstigen Fällen wirtschaftlich interessant. Da diese Einrichtungen mit sehr hohen Anlagekosten verbunden sind, muß die Frage der Rentabilität ganz besonders gründlich abgeklärt werden. Dies gilt auch für industrielle Heizkraftwerke, das heißt Heizanlagen, bei denen der erzeugte Dampf zuerst in einer Dampfturbine entspannt wird, bevor er seine Wärme an die Heizanlage abgibt. Die Eigenstromerzeugung ist in der Schweiz nur in ganz wenigen Fällen durchgeführt worden, im Gegensatz zum Auslande, wo zahlreiche größere Industriebetriebe eine eigene Heizkraftkupplung besitzen. Je mehr der Verlauf der Belastungen des Heiznetzes und des an die Dampfturbine angeschlossenen elektrischen Netzes in ihrem zeitlichen Verlauf übereinstimmen, desto wirtschaftlicher wird die Kupplung zwischen Kraft- und Wärmeerzeugung. Solche Heizanlagen arbeiten in der Regel im sogenannten Gegendruckbetrieb. Es ist zu beachten, daß die im zugeführten Brennstoff enthaltene Wärme beim Kondensationsbetrieb mit etwa 10 bis 20% ausgenützt werden kann; dagegen steigt der entsprechende Wert beim Gegendruckbetrieb auf etwa 60%. Die Kupplung von Kraft und Wärme über Dieselmotoren wird bedeutend weniger angewendet, dagegen kann oft die Abwärme von diesen Maschinen für die Raumheizung verwendet werden, eventuell in Kombination mit einer Wärmepumpe. Ob eine Diesel-Abwärme-Rückgewinnung wirtschaftlich ist oder nicht, hängt vor allem ab von den Wärmemengen, den Temperaturverhältnissen und der jährlichen Betriebsstundenzahl der Maschinenanlage. Auch die Abwärmeverwertungsanlage erfordert eine eingehende Untersuchung bezüglich Betriebskosten und Rentabilität. Es sind auch bei uns wiederholt Abwärmeverwertungsanlagen eingerichtet worden, die sich im Betriebe nicht bezahlt gemacht haben.

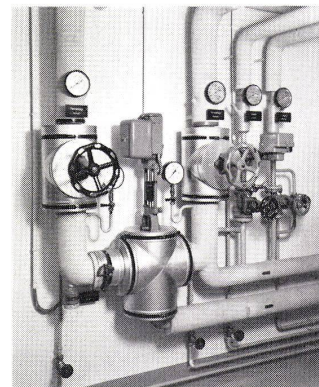
Die Beheizung der einzelnen Räume in industriellen Betrieben kann auf sehr verschiedene Art und Weise erfolgen. Je nach den Temperaturen und Drücken des Wärmeträgers können Radiatoren, Rohrschlangen, Umluft- und Frischluftheizapparate oder in Kombination Heizkörper und Luftheizgeräte (Abb. 7) verwendet werden. Neuerdings wird in industriellen



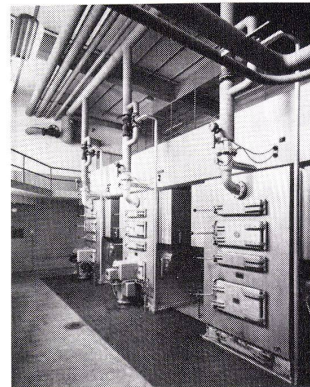
1



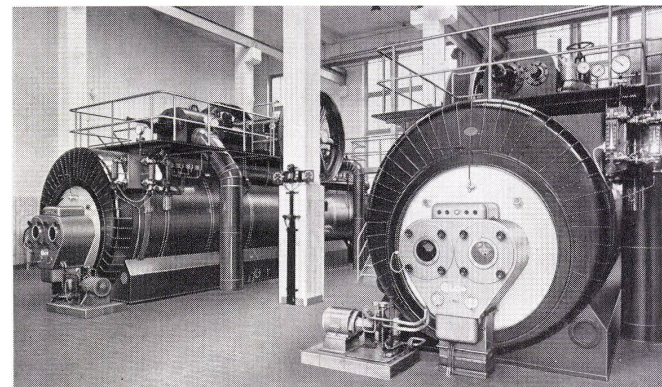
2



3



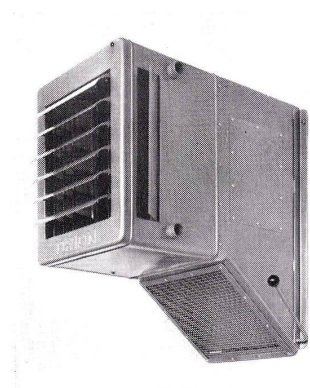
4



5



6



7

1

Heizungszentrale Flughafen Kloten für den technischen Betrieb der Swissair, bestehend aus vier Sulzer-Taschenkesseln (Heißwasserheizung) mit Ölfuerung, System Oertli

2

Fernheizung Flughafen Kloten Motorenwerkstatt Kloten: Pumpanlage, Verteilung und Regulierung

3

Fernheizung Flughafen Kloten Motorenwerkstatt Kloten: Heißwassereingang 145° mit automatischem Ablenkventil

4

Heizzentrale mit Hochleistungskesseln System «Ygnis»

5

Schwerölbrenneranlage mit zwei Industriedampfkesseln, System ELCO

6

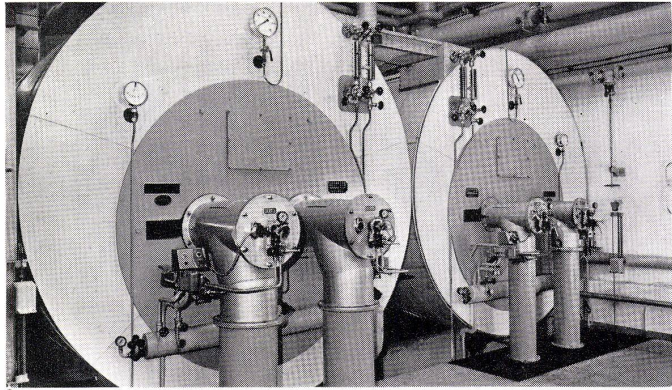
Buss-Eckrohrkesselanlage mit Oertli-Ölfuerung in einem Industriebetrieb

7

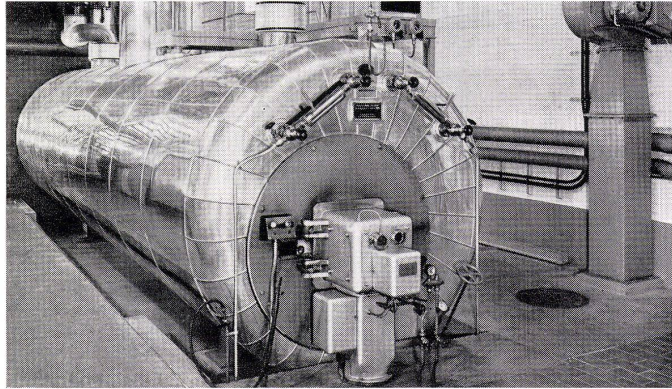
Umluft/Frischluft-Luftheizapparat System Orion

Betrieben auch Strahlungsheizung verwendet, insbesondere in großen Werkstätten, Montagehallen und dergleichen. Diese Strahlungsheizung wird im Gegensatz zu den Deckenheizungen in Wohn- und Bürogebäuden als sogenannte Bandheizung erstellt, die mit wesentlich höheren Heiztemperaturen arbeitet als zum Beispiel die einbetonierte Strahlungsheizung. Die Anordnung eines solchen Heizbandes ist aus den Abbildungen 11 und 12 ersichtlich. Als Wärmeträger kann sowohl Hochdruckdampf als auch Hochdruckheißwasser verwendet werden. Bekanntlich nimmt die Strahlungsintensität mit dem Quadrat des Abstandes von der Strahlungsquelle ab und weil in Fabriken in der Regel große Raumhöhen vorhanden sind, werden bedeutend höhere Strahlungstemperaturen zulässig, als in den Wohn- und Bürogebäuden. Dies hat zur Folge, daß mit verhältnismäßig kleinen Heizflächen große Räume beheizt werden können. Weil die Luft für die Strahlung praktisch durchlässig ist, werden nur die unter dem Strahler liegenden Fabrikteile inklusive den Raumsassen erwärmt. Im Gegensatz zur Luftheizung werden bei dieser Strahlungsheizung nur jene Fabrikteile erwärmt, in denen sich die Raumsassen aufhalten. Die Anlagekosten einer solchen Strahlungsheizung sind meist etwas höher gegenüber einer konventionellen Anlage, dafür sind aber die Betriebskosten bei sachgemäßer Ausführung und Betriebsweise niedriger. Über das Wesen der Strahlungsheizung hat der Verfasser im «Bauen und Wohnen» Nr. 2, 1952, bereits ausführlich berichtet, so daß an dieser Stelle bezüglich der Physik der Strahlungsheizung auf vorerwähnte Arbeit verwiesen werden kann. Die sogenannte Infrarot-Strahlungsheizung ist in letzter Zeit ebenfalls in der Industrie verwendet worden, wobei als Wärmeträger Elektrizität oder Gas in Frage kommen. Diese Infrarot-Wand- oder -Deckenstrahlung eignet sich besonders für jene Räume, die häufig mit der Außenluft in Verbindung stehen, zum Beispiel Speditionsräume und Werkstätten, die nur kurzzeitig benützt werden. Es ist klar, daß diese Strahler sehr sorgfältig bezüglich Lage und Höhe gewählt werden müssen. Ohne Kenntnis der Strahlungstheorie können mit solchen Einrichtungen oft Enttäuschungen auftreten, da unter Umständen der gewünschte Heizeffekt entweder zu groß oder zu gering ist.

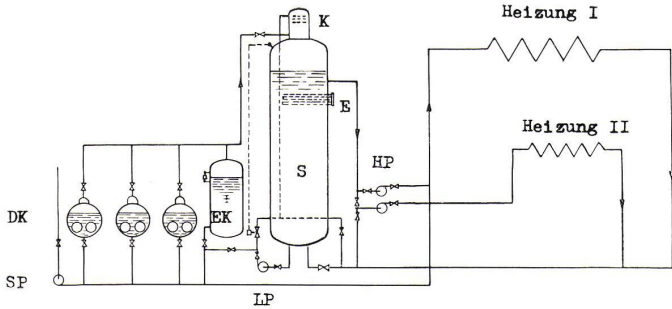
Die sogenannten industriellen Hochtemperatur-Heizanlagen dienen nicht mehr zur Beheizung der Räume, sondern für die Beheizung bestimmter Fabrikationsapparate. Wenn bei Arbeitsprozessen Temperaturen von über 200° benötigt werden, genügt die klassische Heizung mit Wasser oder Dampf nicht mehr, wegen den damit verbundenen hohen Drücken. Als Wärmeträger für Temperaturen bis 400° sind heute verschiedene Flüssigkeiten auf dem Markt, die wärmetechnisch und physikalisch günstige Eigenschaften besitzen und eine genügende Alterungsbeständigkeit aufweisen. Im Zusammenhang mit der Heizungsanlage steht die wärmetechnisch einwandfreie Ausführung des Bauwerkes. Dies ist besonders in allen jenen industriellen Betrieben wichtig, wo aus Gründen der Fabrikation mit einer hohen Raumtemperatur und einer hohen relativen Raumfeuchtigkeit gearbeitet werden muß, wie zum Beispiel in der Textil- und Tabakindustrie. Die Baukonstruktionen solcher Betriebe müssen nicht nur wirtschaftliche Wärmedurchgangszahlen aufweisen, sondern der Wärmeschutz muß so weit reichen, damit bei dem vorgeschriebenen Raumklima keine Kondenswasserbildungen an den Außenwänden auftreten können. Die Wahl der wirtschaftlichsten Isolierdicken für die Rohrleitungen der Wärmeversorgung und diejenige für die wirtschaftlichsten Dampf- oder Wassergeschwindigkeiten sind für jede Anlage gesondert zu prüfen. Zahlreiche Kontrollrechnungen haben gezeigt, daß in manchen Fabrikationsbetrieben wesentliche Einsparungen an Betriebskosten möglich sind durch Verbesserungsmaßnahmen und Ergänzungen entsprechend dem heutigen Stande der modernen Heizungstechnik.



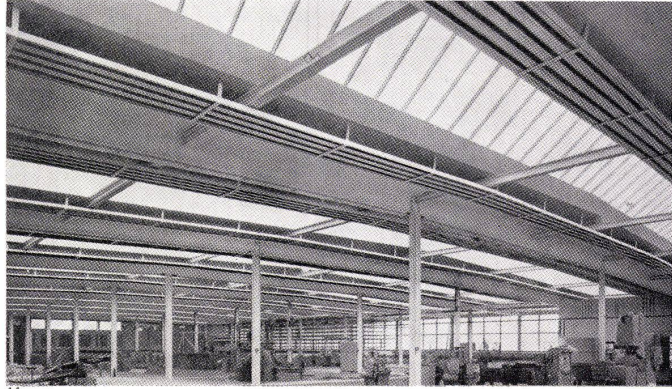
8



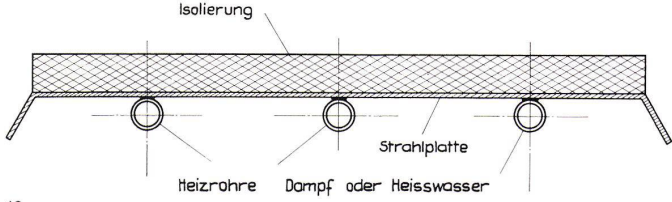
9



10



11



12

8
Dampfkesselanlage mit Öffeuerung
System Oertli in einer Lebensmittelfabrik

9
Flammrohr-Dampfkesselanlage in einer
Brauerei

10
Schema einer Industrieheizungsanlage
mit Elektrokessel

- Legende:
- DK = Dampfkessel gefeuert mit Kohle oder Schweröl
 - EK = Elektrokessel mit Widerstands- oder Elektrodenheizung
 - S = Wärmespeicher
 - K = Kaskadenumformer
 - E = Elektroheizung mit Überschußenergie
 - LP = Ladepumpen
 - HP = Heizungspumpen
 - SP = Speisepumpen

11
Shedbau mit hochliegenden Bandstrahlern der Sulzer-Hochtemperatur-Strahlungsheizung

12
Konstruktionsskizze eines Bandstrahlers