

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 80 (1962)  
**Heft:** 33

**Artikel:** Die Heissluftturbine in der Heizkraftwirtschaft und das Heizkraftwerk Oberhausen  
**Autor:** Deuster, Gerhard  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-66209>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 23.02.2026

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

## Die Heissluftturbine in der Heizkraftwirtschaft und das Heizkraftwerk Oberhausen

Von Dipl.-Ing. **Gerhard Deuster**, Direktor der Stadtwerke Oberhausen, Oberhausen \*)

DK 621.438:662.6

### 1. Grundsätzliches zur Fernwärmeversorgung

Wenn ich heute zu Ihnen über die Heissluftturbine in Verbindung mit einer Fernheizung spreche, so könnten Sie mir entgegenhalten, dass die technische Seite zwar interessant sei, jedoch die Heizkraftwirtschaft in Ihrem Lande auf Grund der reichen Wasserkraftvorkommen von untergeordneter Bedeutung sei. Das Stromaufkommen im Vergleich zur Bundesrepublik wird zu 94,5 % aus einheimischen Wasserkraften und nur zu 0,54 % aus thermischen Kraftwerken gewonnen. Die restlichen 4,96 % wurden importiert. Diese Angaben gelten für das Wasserwirtschaftsjahr 1958/59. Interessant ist jedoch, dass im Winterhalbjahr 1959/60 infolge ausbleibender Schneeschmelze frühzeitig in Reserve stehende Wärmekraftwerke in Betrieb genommen und erhebliche Strommengen eingeführt wurden. Der Import erreichte in diesem Winterhalbjahr einen Anteil von 20,6 % des gesamten Inlandbedarfes [1]\*\*). In der Bundesrepublik wurde dagegen im gleichen Zeitraum der Strombedarf zu 88,8 % aus thermischen Kraftwerken und nur zu 11,2 % aus Wasserkraften gedeckt.

Auf Grund dieser Zahlen könnte man also annehmen, dass die Heizkraftwirtschaft für Sie unwichtig sei. Wie jedoch im nachfolgenden noch gezeigt werden soll, nahm zwar die Entwicklung der Heizkraftwirtschaft in Deutschland ihren Ausgang von der Elektrizitätswirtschaft her. Jedoch sind heute neue Gesichtspunkte aufgetreten, die eine Heizkraftkopplung mit Rücksicht auf die Wärmeverbraucher, die Lufthygiene und die Trinkwasserversorgung fordern. In letzter Zeit ist noch ein weiteres kommunales Problem in den Vordergrund gerückt, und zwar die Müllverbrennung, wobei die Frage einer wirtschaftlichen Müllwärmeverwertung auftaucht.

Da in Deutschland der Anteil der Stromerzeugung aus thermischen Kraftwerken immer gross war, versuchte man sehr früh, die Vorteile einer Heizkraftkopplung wirtschaftlich auszunutzen. So entstanden bereits vor 1939 27 Heizkraftwerke; heute stehen rd. 60 in Betrieb. Die Anzahl der Fernheizwerke, also der Werke mit reiner Frischwärmeverversorgung, beträgt z. Zt. rd. 40, jedoch sind uns weitere 200 ernsthafte Projekte bekannt. Die Träger dieser Werke sind fast ausschliesslich kommunale Betriebe. Es muss hervorgehoben werden, dass Heizkraftwerke und Fernheizungen kein Vorrecht grosser Städte, sondern auch für mittlere und kleinere Städte von Bedeutung sind. Dabei ist die Grösse einer Stadt und die dort betriebene Fernheizung keineswegs verhältnismässig zueinander. Wenn es für diese These noch eines Beweises bedarf, so dürfen wir einen Blick auf Dänemark werfen, wo sechs Heizkraftwerke und über 100 Fernheizwerke in Betrieb sind.

Bei vielen Untersuchungen über die Heizkraftkopplung stand bisher meist die Stromerzeugung im Vordergrund, wobei die Wärme oft nur als Abfallprodukt angesehen wurde oder umgekehrt die Erlöse aus dem Wärmeverkauf als Gutsschrift für den Strom Verwendung fanden. Dies kann von Fall zu Fall richtig sein, jedoch darf man bei einer Gesamtbetrachtung und nicht zuletzt bei einer volkswirtschaftlichen Schau die Bedeutung der aus dem Heizkraftprozess gewonnenen Heizwärme nicht unterschätzen.

\*) Vortrag, gehalten am 24. Januar 1962 vor dem Zürcher Ingenieur- und Architektenverein.

\*\*\*) Die Zahlen in eckigen Klammern verweisen auf das Literaturverzeichnis am Schluss des Aufsatzes.

Nach einer zusammenfassenden Untersuchung von Dr. *M. Wolf* [6] über die volks- und betriebswirtschaftlichen Vorteile einer Heizkraftkopplung beträgt der Anteil des Haushaltverbrauchs am Gesamtkohlenverbrauch für Europa im Durchschnitt 23 %. Allerdings streuen die Werte stark von Land zu Land, was durch das Vorhandensein der jeweiligen Energievorkommen, durch klimatische Verhältnisse und nationale Gepflogenheiten bedingt ist (Tabelle 1).

1. Anteil des Haushaltsverbrauchs am Gesamtkohlenverbrauch (nach einem Bericht der ECE)

	%		%
Luxemburg	6	Grossbritannien	26
Schweden	47	Bundesrepublik	21
Schweiz	46		

Das starke Ausweichen auf flüssige Brennstoffe, das in letzter Zeit auch in Deutschland festzustellen ist, stellt volkswirtschaftlich gesehen keine befriedigende Lösung dar, da die Zahlungsbilanz dadurch nicht entlastet wird und die zunehmenden Oelfeuerungen zwar mehr Bequemlichkeiten bieten, dafür neue Gefahren in Form von Luftverschmutzung und Verseuchung des Grundwassers mit sich bringen.

Dr. *H. Junge* hat sich bereits 1944 in seiner Arbeit «Wege zur totalen Energiewirtschaft der Stadt» [4] mit den Ersparnismöglichkeiten an Brennstoffen im Haushalt durch die Heizkraftkopplung befasst. Beim damaligen Stand schätzte er die möglichen jährlichen Ersparnisse für die Bundesrepublik Deutschland zu 2,5 bis 4 Mio t SKE. Dr. Koch kam in der Denkschrift «Verbrauchsorientierte Stromerzeugung» auf ähnliche Werte. Nach neueren Schätzungen von Dr. *M. Wolf* und Dr. *H. Junge* werden Werte von 4,5 bis 6 Mio t SKE genannt. Die Erhöhung wird damit begründet, dass durch die technischen Fortschritte in der Heizkraftkopplung, nicht zuletzt durch die Heissluftturbine, auch kleinere Fernwärmeversorgungen wirtschaftlich vertretbar wurden.

Wenn die Entwicklung der Heizkraftwirtschaft zwar bisher weitgehend von rein ökonomischen Gesichtspunkten bestimmt war, so darf man die neueren Bestrebungen und vorbereitenden gesetzlichen Massnahmen zur Reinhaltung der Luft und zur Vermeidung der Verschmutzung des Grundwassers nicht unerwähnt lassen. Nach der vorgenannten Arbeit von Dr. *M. Wolf* sind kleine, schlecht gewartete und unkontrollierte Heizungen und danach die Heizungen der Industrie die grössten Quellen der Luftverunreinigung. Untersuchungen von Dipl.-Ing. *F. Dyhr* [3] <sup>1)</sup> in Breslau, die bereits vor 1939 durchgeführt wurden, ergaben, dass jährlich 22 000 t Russ und Asche aus den Zehntausenden von Einzelfeuerungen und den Feuerungen des Klein- und Mittelgewerbes auf die Stadt heruntergerieselt sind. Nicht einbezogen waren Grossindustrie, Eisenbahn und Dampfschiffahrt. Die Mengen haben die Stadt nicht nur verunreinigt, sondern auch bis zu 70 % der Sonnenstrahlen absorbiert. Für die Bundesrepublik rechnet man nach Untersuchungen einer vom Bundestag eingesetzten Kommission mit jährlich 1 Mio t Russ und Staub. Mit unserer Fernheizung in Oberhausen haben wir ebenfalls einen ersten Beitrag zur Verbesserung der Lufthygiene gebracht, da heute bereits rd. 1200 t Asche und Russ durch die zentrale Wärmeversorgung jährlich we-

<sup>1)</sup> F. Dyhr war damals Direktor der Stadtwerke Breslau und ist jetzt Direktor der Stadtwerke Oberhausen.



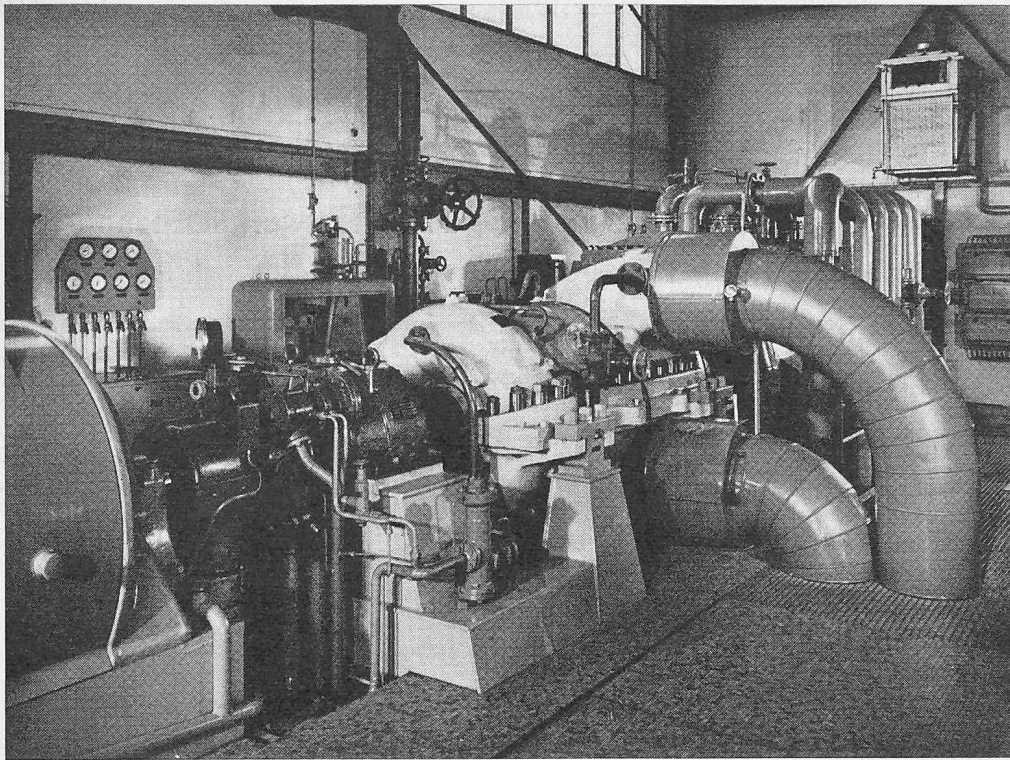


Bild 1. Heissluftturbine der Anlage Ravensburg

niger ausgestossen werden. Bei Oelfeuerungen, die durch Fernheizungen ersetzt worden sind, tritt zwar kein Auswurf von Asche auf, dafür aber fetter Russ beim Anfeuern bzw. schlechter Feuerung. Das Unangenehme ist jedoch der Schwefelgehalt der Rauchgase und die sich bildenden bekannten Dunstglocken.

Wenn jeder Oelbehälter in unseren Wassereinzugsgebieten eine Gefahr für unsere Trinkwasserversorgung darstellt, so gilt das umso mehr auch für unsere Bäder. Um den Kurpark eines unserer Badeorte liegen etwa 50 Tanks für Oelheizungen. Das Undichtwerden eines solchen Tanks kann das Ende des Badebetriebes bedeuten, da bereits eine Verdünnung von 1:10<sup>6</sup> das Wasser ungeniessbar macht. Die neuen gesetzlichen Bestimmungen über den Bau von Betonschutzwannen und die laufende Kontrolle der Heizöltanks durch die technischen Ueberwachungsvereine stellen lediglich Notlösungen dar.

Wenn auch noch andere Quellen für die Luftverunreinigung verantwortlich sind, so muss doch die Verbesserung der Lufthygiene auch über die Fernwärmeversorgung begonnen werden, und die Stadt ohne Schornstein darf — wie sie

z. B. in Aarhus, Dänemark, in der neuen Wohnsiedlung Bremen-Vahr, der Volkswagenstadt Wolfsburg und in einer Reihe von neuen Satellitenstädten verkörpert wird — keine Theorie bleiben.

## 2. Das Heizkraftwerk in Oberhausen

Die eingangs angestellten Betrachtungen beziehen sich auf die Bedeutung und die Notwendigkeit der Heizkraftkopplung. Nunmehr stellt sich die Frage, wie lässt sie sich technisch und wirtschaftlich durchführen. Dabei möchte ich vorweg ein Axiom, das von meinem leider zu früh verstorbenen Lehrer Dr. H. Junge aufgestellt wurde, den Ausführungen voranstellen.

Jede Heizkraft-Werkplanung muss alle Anlagen vom Kraftwerk bis zu den Heizkörpern im Haus als eine Einheit betrachten, d.h. aber, dass nicht bei der Fernheizplanung einerseits der Kraftwerksingenieur nur das

Kraftwerk, welches die Wärme liefern soll, entwirft und dass andererseits der Heizungsingenieur seine Heizungsanlagen nur nach den bisher anerkannten und bewährten Grundsätzen für Sammelheizungen plant. Beide Anlagen sind so aufeinander abzustimmen, dass das volks- und betriebswirtschaftliche Optimum erreicht wird. Will man diese wirtschaftlichste Auslegung von Fernheizungen finden, so muss man zunächst die Wärmeanforderung des Abnehmers nach Leistung und Menge bestimmen, ferner untersuchen, welche Arten der Heizung — Dampf oder Wasser — am günstigsten zu wählen und für welche Vorlauf- und Rücklauftemperaturen die Heizungen zu bemessen sind. Schliesslich wären die Kosten der Rohrleitungen in ihrer Abhängigkeit vom Wärmetransport und bei Wasser von der Vor- und Rücklauftemperatur festzustellen und als vielleicht wichtigste Aufgabe die Kosten der Heizwärme zu bestimmen, welche bei der Heizkraftkopplung entstehen, und wie sie sich in Abhängigkeit von der Vor- und Rücklauftemperatur der Fernheizung ändern.

Fernheizungen und Heizkraftwerke sind in früheren Jahrzehnten fast ausschliesslich mit Dampf betrieben wor-

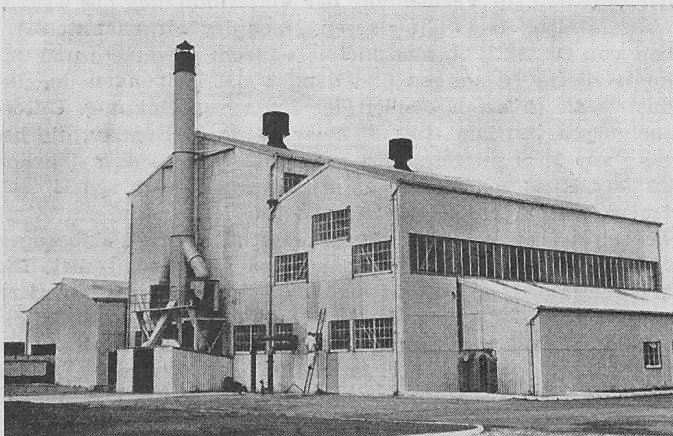


Bild 2. Anlage Altnabreac, Schottland, Aussenansicht

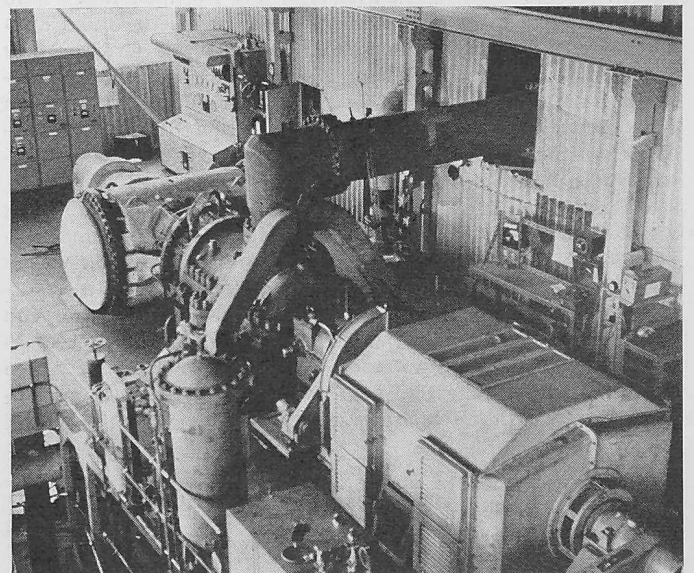


Bild 3 (rechts). Anlage Altnabreac, Schottland, Innenansicht



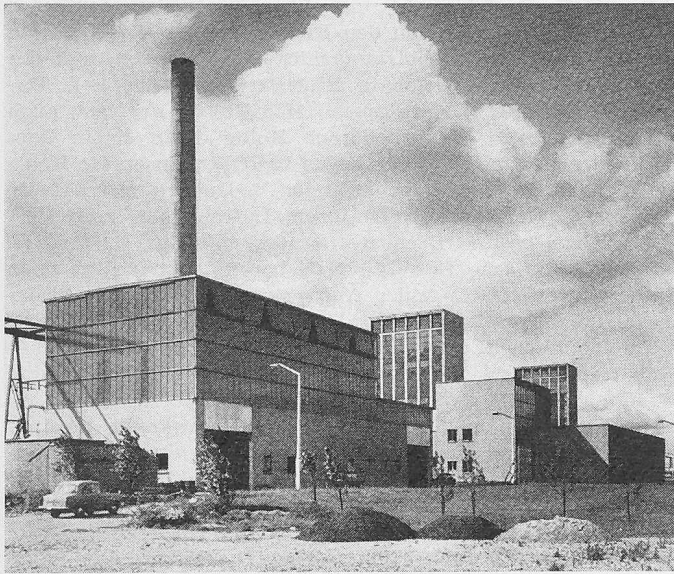


Bild 4. Anlage Rothes, Schottland, Aussenansicht

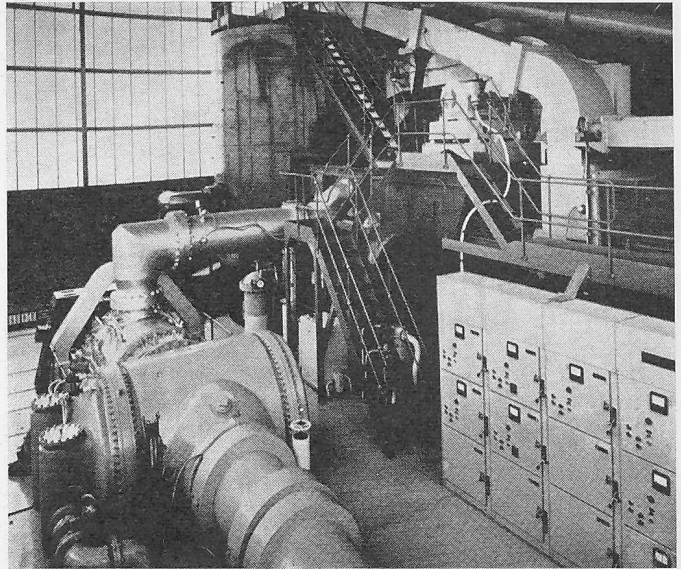


Bild 5. Anlage Rothes, Schottland, Innenansicht

den. Die mit der Dampfversorgung verbundenen Schwierigkeiten bei der Wärmeverteilung, vor allem die Kondensatwirtschaft und nicht zuletzt die geringen Stromausbeuten, führten jedoch heute zu der allgemeinen Erkenntnis, Fernheizungen so weit als irgend möglich mit dem Wärmeträger Warmwasser durchzuführen. Während man für Heizkraftwerke mit Dampfturbinen, die auf Dampfnetze arbeiten, nur mit Stromkennziffern (das ist das Verhältnis der Elektrizitätserzeugung in kWh zur Heizwärme in Gcal =  $10^6$  kcal) von 100 bis 200 kWh/Gcal rechnen kann, wird beim Übergang zur Warmwasserverteilung eine Erhöhung bis auf rd. 500 kWh/Gcal erreicht. Die Gasturbine mit geschlossenem Kreislauf (Heissluftturbine) erreicht dagegen ohne weiteres 900 kWh/Gcal. Die offene Gasturbine lässt sich nur in den seltensten Fällen in Verbindung mit einem Heizkraftwerk, das in erster Linie ein Grundlastwerk ist, wirtschaftlich einsetzen. Sie stellt dagegen die ideale Spitzen- und Reservemaschine für die Stromerzeugung dar. Im Rahmen dieses Vortrags soll nun nicht näher auf die Vor- und Nachteile der drei Maschinentypen Dampf-, Gas- und Heissluftturbine eingegangen werden. Diese vergleichenden Betrachtungen können Gegenstand eines gesonderten Themas sein.

Am Beispiel des Heizkraftwerkes in Oberhausen sei nun versucht, den Einsatz und die Bedeutung der Heissluftturbine bei der Heizkraftkopplung und die damit verbundenen Probleme der Fernheizung zu zeigen. Die ersten Gespräche zur

Erneuerung des alten Dampfkraftwerkes reichen in das Jahr 1952 zurück. Bei dem damaligen Stand der Technik und der allgemeinen Energiewirtschaftspolitik kam man zwangsläufig zu der Auffassung, dass ein Ausbau nur vertretbar sei, wenn zur Errichtung eines Heizkraftwerkes übergegangen werde. Ein Gutachten der Wirtschaftsberatung AG., Düsseldorf, an dem ich als technischer Sachbearbeiter mitgewirkt habe, fiel bei den vergleichenden Betrachtungen zwischen Dampf- und Heissluftturbine zu Gunsten des letztgenannten Maschinentyps aus. Die von uns vorgesehene nutzbare elektrische Leistung betrug 12 500 kW. Mit diesem Vorschlag kam eine langjährige Forschungsarbeit aus dem Versuchsstadium heraus.

Die Professoren J. Ackeret und C. Keller hatten bereits anfangs der dreissiger Jahre die heute allgemein in der Fachwelt unter AK-Prozess bekannte hochwertige thermische Kraftmaschine vorgeschlagen [8]. Diese Erfindung liess sich allerdings damals schlecht verwirklichen, da weder für die notwendigen hohen Temperaturen geeignete Werkstoffe noch Turbinen und Verdichter mit den erforderlichen Wirkungsgraden vorhanden waren. Die ersten Angebote für die Anlage Oberhausen sahen noch gas- oder oelgefeuerte Lufterhitzer vor. Auf unsere Veranlassung wurden jedoch die Entwicklungsarbeiten an einem Lufterhitzer mit Kohlenstaubeuerung verstärkt, die wiederum ihren Niederschlag fanden in der Anlage Ravensburg (Bild 1). Dieser erste kohlenstaub-

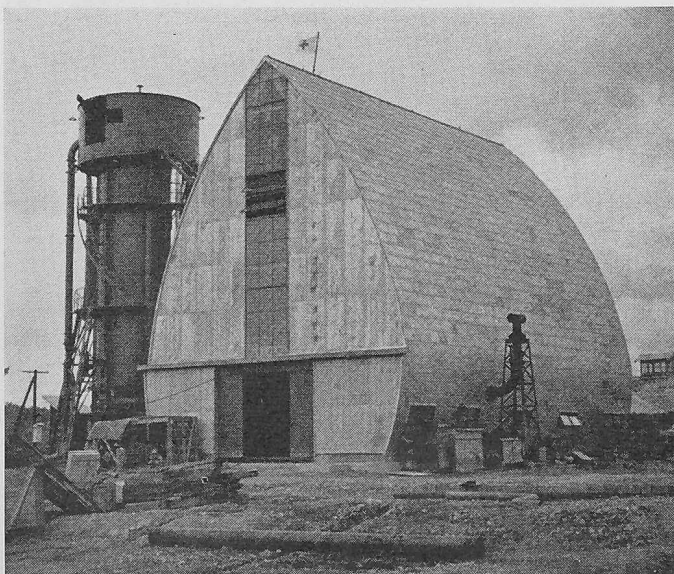


Bild 6. Anlage Toyotomi, Japan, Aussenansicht

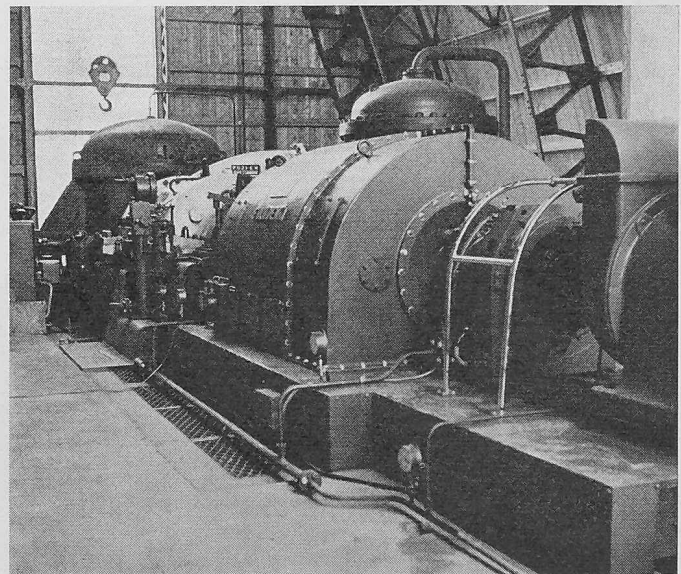


Bild 7. Anlage Toyotomi, Japan, Innenansicht



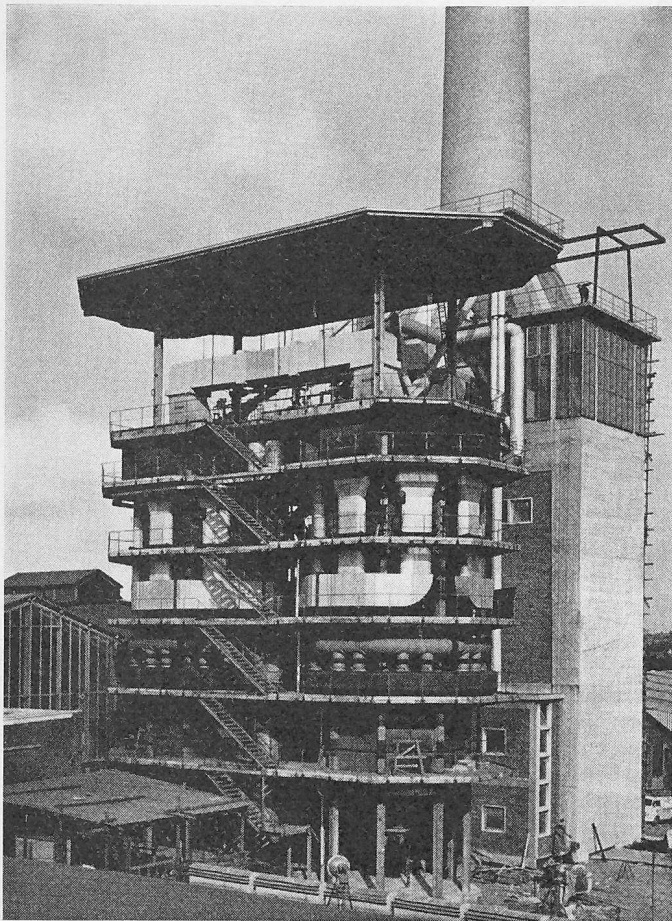


Bild 8. Anlage Oberhausen, Aussenansicht

gefeuerte Luftherhitzer ist in echt schweizerisch-deutscher Zusammenarbeit zwischen den Firmen Escher-Wyss, Zürich und Ravensburg, Gutehoffnungshütte, Oberhausen, und der Kohlenscheidungs-gesellschaft Stuttgart entstanden<sup>2)</sup>. Damit war erstmals die praktische Möglichkeit gegeben, auch feste Brennstoffe — vornehmlich Kohle — in einem Gasturbinenprozess zu verfeuern, was für Oberhausen als Kohlenbergbaustadt von entscheidender Bedeutung war. Heute können die Herstellerfirmen ihren Luftherhitzer zum Verfeuern eines breiten Brennstoffbandes anbieten.

Der praktische Beweis wurde bereits in nachstehenden Anlagen erbracht: In einer Anlage von 2000 kW in Altnabreac, Schottland, wird *Torf* verfeuert (Bilder 2 und 3). Auf einem Zechenkraftwerk von ebenfalls 2000 kW in Rothes (Schottland) verwendet man *Kohlenschlamm* (Bilder 4 und 5). In der Nähe Moskaus steht eine Kraftwerkzentrale mit einer Einheit von 10 000 kW, die mit *Braunkohle* arbeitet. *Steinkohle* kommt zur Anwendung in der Anlage Ravensburg von 2000 kW, in der Anlage Coburg (6000 kW) und in der Anlage Oberhausen (12 500 kW, Bilder 8 und 9), wobei in Ravensburg Öl, in Coburg und Oberhausen Stadtgas zum Zünden und Stützen der Flamme benutzt wird. Zwei in Japan laufende Heissluftturbinen werden mit *Naturgas* bzw. mit *Hochofengas* betrieben (Bilder 6 und 7)<sup>3)</sup>.

Aber nun wieder zurück zur Anlage Oberhausen! Nach langen schwierigen Verhandlungen mit den Aufsichtsgremien konnte im August 1957 mit dem Bau begonnen werden. Wie schon erwähnt, beträgt die nutzbare elektrische Leistung 12 500 kW bei einer Ueberlast bis 13 750 kW. Die Heizwärmeleistung hängt von der Lufttemperatur bei Eintritt in den Niederdruckverdichter ab und schwankt zwischen 14 und 24 Gcal/h.

Bild 10 zeigt das Schema der Heissluftturbinenanlage. Das Kreislaufsystem wird vor der Inbetriebsetzung von Schraubenverdichtern auf rd. 8 ata aufgeladen. Diese Verdichter haben während des Betriebes die Leckluft zu ersetzen und bei Laststeigerungen den Druckpegel zu heben

<sup>2)</sup> SBZ 1957, Heft 24, S. 378.

<sup>3)</sup> Die Anlage Toyotomi ist beschrieben in SBZ 1958, H. 39, S. 579.

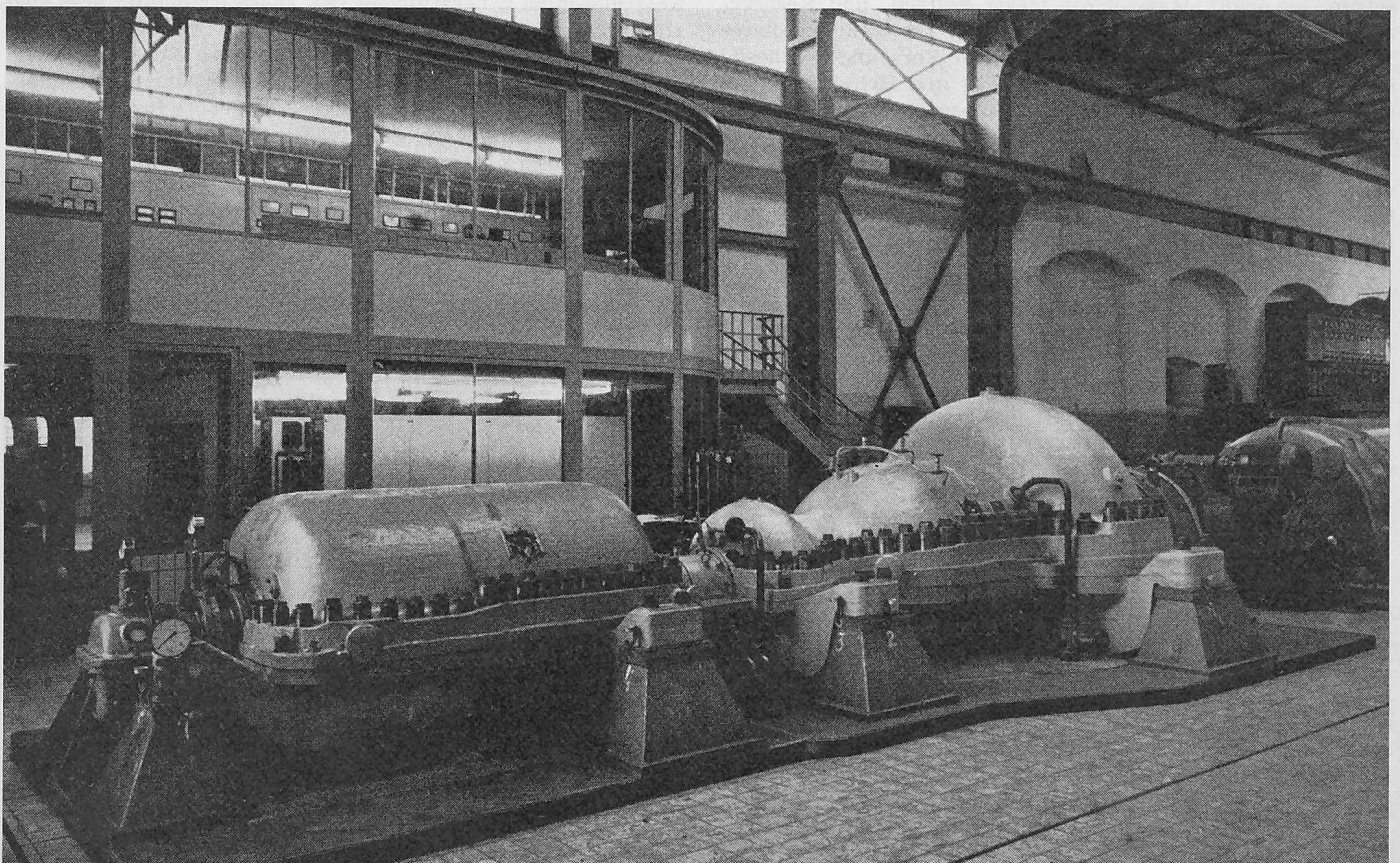


Bild 9. Anlage Oberhausen, Innenansicht

[9]. Sie sind in Bild 10 nicht eingezeichnet. Diese vorverdichtete Luft wird nun mit einer Temperatur von rd. 30° C vom Niederdruck-Axialverdichter a angesaugt und auf einen Zwischendruck von rd. 18 ata gebracht. Durch die Kompression erwärmt sich die Luft auf etwa 125° C; sie kühlt sich im nachgeschalteten Zwischenkühler b wieder auf 30° C ab. Der Apparat b besteht aus einem Heizteil und einem Kühlteil. Die Luft strömt nun dem Hochdruckkompressor c mit einem Druck von 17,9 ata und einer Temperatur von etwa 30° C zu, der sie weiter auf rd. 34 ata verdichtet. Dabei erwärmt sie sich auf rd. 100° C. Nun gelangt sie in den Hochdruckteil des Wärmeaustauschers d und nimmt dabei eine Temperatur von 420° C an. Zum Heizen dient die Abluft aus der Turbine, die unter einem Druck von rd. 8 ata und mit einer Temperatur von 447° C in den Austauscher eintritt und Wärme an die im Gegenstrom ankommende Hochdruckluft abgibt. Die derart vorgewärmte Kreislauf Luft tritt nun in den Luftherhitzer e ein und wird hier auf 710° C erhitzt. Mit dieser Temperatur tritt sie in die mit den Verdichtern a und c gekoppelte sechsstufige Turbine f ein, wo durch Entspannen auf den Gegendruck von 8 ata die Temperatur auf 447° C sinkt. Diese Abluft strömt nun — wie beschrieben — durch den Niederdruckteil des Wärmeaustauschers, gibt hier zunächst Wärme an die hochverdichtete Kreislauf Luft ab und gelangt dann in den Vorkühler g. Dieser besteht wie der Zwischenkühler b aus einem Heizteil und einem Kühlteil. Im Heizteil kühlt sich die Luft unter Wärmeabgabe an Rücklaufwasser aus der Fernheizung ab; im Kühlteil tritt dann an das Wasser, das aus Kühltürmen und Brunnen kommt, weiter Wärme abgeführt, so dass die Luft wieder eine Temperatur von 30° C erreicht. Damit schliesst sich der Kreislauf.

Bild 11 zeigt das Gesamtschema einschliesslich der Heizung. In den Heizteilen der beiden Kühler b und g wird die für die Fernheizung benötigte Wärme an das Heizwasser übertragen, wodurch sich das mit etwa 40° C aus dem Fernheiznetz kommende Rücklaufwasser in den berippten Rohren der Kühler auf 90° C erwärmt, um dem Fernheiznetz wieder

zugeführt zu werden. Durch Regelung der Vorlaufpumpen p und der Rücklaufpumpen q sowie durch Drosselschieber und Klappen lässt sich die verlangte Vorlauftemperatur von 90° C genau einhalten. Ein im Parallelstrom liegender Rückkühler m, durch den Kühlwasser strömt, führt überschüssige Wärme ab und hält so die Rücklauftemperatur konstant. Kurzzeitige Spitzenbelastungen werden von einem im Freien aufgestellten Heizwasserspeicher r von 200 m³ Inhalt aufgenommen. Steigt der Wärmebedarf, so übermitteln die Heisswasserbereiter s noch zusätzliche Wärme aus den Dampfkesseln. Diese Spitzen- und Reserveanlage wird auch herangezogen, wenn aus irgend einem Grund die Heissluftturbine

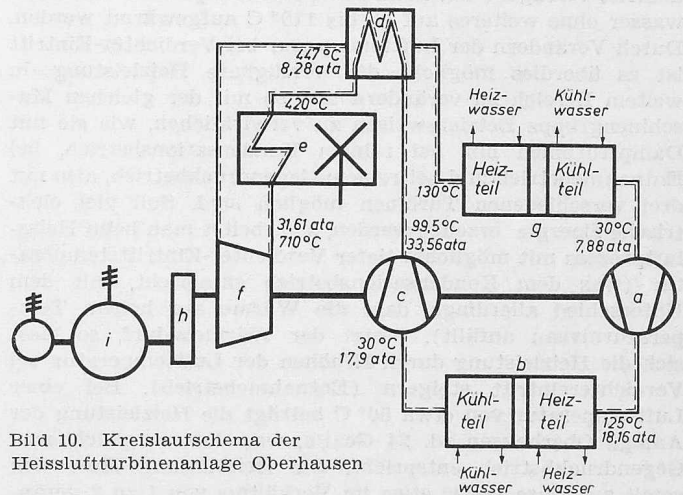


Bild 10. Kreislauftscheina der Heissluftturbinenanlage Oberhausen

- |                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| a Niederdruckverdichter     | k Kühlturm            |
| b Zwischenkühler            | l Oelkühler           |
| c Hochdruckverdichter       | m Rückkühler          |
| d Wärmeaustauscher          | n Generatorluftkühler |
| e Luftherhitzer             | o Ladeluftkühler      |
| f Turbine                   | p Vorlaufpumpen       |
| g Vorkühler                 | q Rücklaufpumpen      |
| h Getriebe                  | r Heizwasserspeicher  |
| i Generator mit Anwurfmotor | s Heisswasserbereiter |
| j Kühlwasserpumpen          |                       |

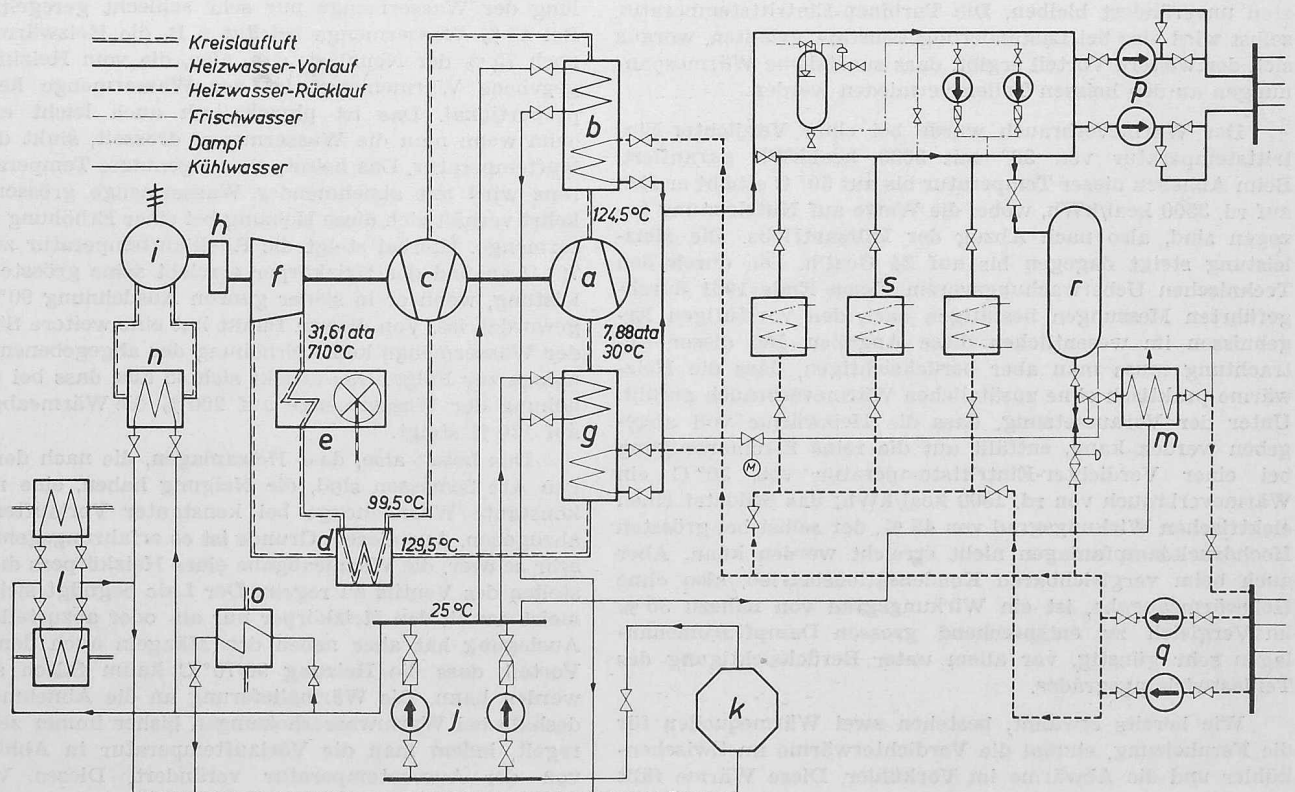


Bild 11. Heizwärmeschema mit Wärmetauschern für das Fernheiznetz Oberhausen



abgestellt ist und keine Wärme abgeben kann. Der Kühlteil des Vor- und Zwischenkühlers erhält Wasser vom Kühlturm k. Zwei Kühlwasserpumpen j sorgen für die Bereitstellung des Kühlwassers, welches auch für die Oelkühler l und die Generatorluftkühler n benötigt wird.

Das kennzeichnende Merkmal und der wesentliche Vorteil gegenüber allen andern Turbinenarten liegt nun darin, dass die Heizwärme bei einem Temperaturniveau anfällt, bei dem sie für eine Wärmeversorgung noch wirtschaftlich ausgenutzt werden kann. Während nämlich bei einer Dampfturbine im Kondensationsbetrieb das Kühlwasser bei einer höchsten Temperatur von nur etwa 40° C bei Kondensatoraustritt verfügbar ist, kann beim Heissluftprozess das Heizwasser ohne weiteres auf 90 bis 110° C aufgewärmt werden. Durch Verändern der Lufttemperatur bei Verdichter-Eintritt ist es überdies möglich, die verfügbare Heizleistung in weitem Bereich zu verändern und so mit der gleichen Maschinengruppe Betriebsweisen zu verwirklichen, wie sie mit Dampfturbinen nur bei reinem Kondensationsbetrieb, bei Entnahmebetrieb und bei reinem Gegendruckbetrieb, also mit drei verschiedenen Turbinen möglich sind. Soll viel elektrische Energie erzeugt werden, so arbeitet man beim Heissluftprozess mit möglichst tiefer Verdichter-Eintrittstemperatur (was dem Kondensationsbetrieb entspricht, mit dem Unterschied allerdings, dass die Wärme auf hohem Temperaturniveau anfällt). Steigt der Wärmebedarf, so lässt sich die Heizleistung durch Erhöhen der Lufttemperatur bei Verdichtereintritt steigern (Entnahmebetrieb). Bei einer Lufttemperatur von etwa 50° C beträgt die Heizleistung der Anlage Oberhausen rd. 24 Gcal/h, was dem vergleichbaren Gegendruckbetrieb entspricht. Die Heizleistung lässt sich somit auf diese Weise etwa im Verhältnis von 1 zu 2 verändern. Diese hohe Anpassungsfähigkeit an die Bedürfnisse einer Wärmeversorgung für Raumheizung macht die Heissluftturbine zur bestgeeigneten Maschinengattung für den Fernheizkraftbetrieb. Hinzu kommt, dass der zusätzliche Wärmeverbrauch beim Betrieb mit höheren Verdichter-Eintrittstemperaturen verhältnismässig gering ist. Weiter weist die Wirkungsgradkurve der Heissluftturbine einen sehr flachen Verlauf in Abhängigkeit von der Nutzleistung auf, da die Leistungsregelung durch Verändern des Druckpegels vorgenommen wird, so dass die Druckverhältnisse, die Volumina und somit die Strömungsverhältnisse bei allen Lasten unverändert bleiben. Die Turbinen-Eintrittstemperatur selbst wird also bei Laständerung konstant gehalten, woraus sich der weitere Vorteil ergibt, dass zusätzliche Wärmespannungen an den heissen Teilen vermieden werden.

Der Wärmeverbrauch wurde bei einer Verdichter-Eintrittstemperatur von 30° mit 3030 kcal/kWh garantiert. Beim Anheben dieser Temperatur bis auf 50° C erhöht er sich auf rd. 3500 kcal/kWh, wobei die Werte auf Nutzleistung bezogen sind, also nach Abzug der Hilfsantriebe. Die Heizleistung steigt dagegen bis auf 24 Gcal/h. Die durch den Technischen Ueberwachungsverein Essen Ende 1961 durchgeführten Messungen bestätigen nach den vorläufigen Ergebnissen im wesentlichen diese Angaben. Bei dieser Betrachtung muss man aber berücksichtigen, dass die Heizwärme praktisch ohne zusätzlichen Wärmeverbrauch anfällt. Unter der Voraussetzung, dass die Heizwärme voll abgegeben werden kann, entfällt auf die reine Stromerzeugung bei einer Verdichter-Eintrittstemperatur von 30° C ein Wärmeverbrauch von rd. 1900 kcal/kWh; das bedeutet einen elektrischen Wirkungsgrad von 45 %, der selbst bei grössten Hochdruckdampfanlagen nicht erreicht werden kann. Aber auch beim vergleichbaren Kondensationsbetrieb, also ohne Heizwärmeabgabe, ist ein Wirkungsgrad von nahezu 30 % im Vergleich zu entsprechend grossen Dampfturbinenanlagen sehr günstig, vor allem unter Berücksichtigung des Teillastwirkungsgrades.

Wie bereits erwähnt, bestehen zwei Wärmequellen für die Fernheizung, einmal die Verdichterwärme im Zwischenkühler und die Abwärme im Vorkühler. Diese Wärme fällt nun ständig auf einem Temperaturniveau zwischen 95 bis 110° C (gemessen im Heizwasservorlauf) an.

Die Besonderheit der Heissluftturbine bezüglich der Fernheizung besteht nun aber darin, dass die Rücklaufftemperatur der Heizung, die den Kühlern zugeführt wird, den Wirkungsgrad entscheidend mitbestimmt, während beim Dampfprozess nur die Vorlaufftemperaturen entscheidend sind, d. h. aber, dass man sowohl bei der Auslegung des Fernheiznetzes, der Heizungsanlagen und nicht zuletzt bei der Tarifgestaltung diese Besonderheiten berücksichtigen muss.

### 3. Gesichtspunkte für eine wirtschaftliche Fernversorgung

Man kann es als einen wirklich glücklichen Zufall bezeichnen, dass schon 1944 Dr. H. Junge den Gedanken der Temperaturspreizung vertrat, nach welchem möglichst grosse Differenzen zwischen Vor- und Rücklaufftemperaturen anzustreben sind, die den wirtschaftlichen Erfordernissen der Heissluftturbine für möglichst niedrige Rücklaufftemperaturen entgegenkommen. Die Arbeiten von Junge fanden 1951/52 ihren Niederschlag in einem Verfahrenspatent, wonach Warm- bzw. Heisswasserheizungen so zu betreiben sind, dass sich Wasser- und Wärmemengen weitgehend proportional verändern, so dass als Wärmemesser einfache Wassermesser verwendet werden können. Da diese Ueberlegungen jedoch gerade bei der Heissluftturbine von entscheidender Bedeutung sind, ist es angezeigt, hier auf die Grundlagen dieses Verfahrens einzugehen.

Die üblichen Sammelheizungen werden für eine höchste Vorlaufftemperatur von 90° C und eine Rücklaufftemperatur von 70° C ausgelegt. Auch bei Fernheizungen wählte man meist als Heizsystem in den Häusern die üblich gewordenen Temperaturen.

Die Wassermenge, welche bei dieser Auslegung umgewälzt werden muss, ist verhältnismässig gross, da nur die Temperaturdifferenz von 20° C für den Wärmetransport zur Verfügung steht. (In einer deutschen Grossstadt ist vor einigen Jahren sogar eine mittlere Temperaturdifferenz von nur 12° C festgestellt worden.) Aus diesen Gründen geht man bei Warmwasserfernheizungen, die immer als Pumpenheizungen ausgelegt werden müssen, auf grössere Temperaturdifferenzen über. Es werden Werte von 95/65° C, 120/60° C und noch mehr erstrebt.

Die Wärmeabgabe der Heizkörper kann bei bisher üblichen Temperaturen von 90/70° C oder 95/65° C durch Drosselung der Wassermenge nur sehr schlecht geregelt werden. Bei 40 % Wassermenge beträgt z. B. die Heizwärme immer noch 75 % der Nennlast, d. h. also, die vom Heizkörper abgegebene Wärmemenge ist der Wassermenge keineswegs proportional. Das ist physikalisch auch leicht erklärlich, denn wenn man die Wassermenge drosselt, sinkt die Rücklaufftemperatur. Das heisst, die ausgenutzte Temperaturdifferenz wird mit abnehmender Wassermenge grösser. Umgekehrt verhält sich diese Heizung bei einer Erhöhung der Wassermenge. Hierbei steigt die Rücklaufftemperatur zwar über 70° C an und der Heizkörper erreicht seine grösste Wärmeleistung, wenn er in seiner ganzen Ausdehnung 90° C warm geworden ist. Von diesem Punkt hat eine weitere Steigerung der Wassermenge keine Erhöhung der abgegebenen Wärmemenge zur Folge. Das drückt sich so aus, dass bei einer Erhöhung der Wassermenge auf 200 % die Wärmeabgabe nur auf 120 % steigt.

Das heisst also, dass Heizanlagen, die nach der bisherigen Art bemessen sind, die Neigung haben, eine möglichst konstante Wärmemenge bei konstanter Vorlaufftemperatur abzugeben. Aus diesem Grunde ist es erfahrungsgemäss auch sehr schwer, die Wärmeabgabe eines Heizkörpers durch Verstellen des Ventils zu regeln. Der Laie begnügt sich deshalb meist damit, den Heizkörper nur an- oder abzustellen. Diese Auslegung hat aber neben den Mängeln auch den grossen Vorteil, dass die Heizung 90/70° C kaum falsch ausgelegt werden kann. Die Wärmelieferung an die Abnehmer wurde deshalb bei Warmwasserheizungen bisher immer zentral geregelt, indem man die Vorlaufftemperatur in Abhängigkeit von der Aussentemperatur verändert. Dieses Verfahren bringt keinerlei Schwierigkeit, wenn es sich nur um einen oder wenige Abnehmer mit ähnlichen Heizbedürfnissen han-

delt, also z. B. Bürogebäude, Schulen u. ä. Es ist aber bekannt, dass schon bei einzelnen Häusern mit vielen — zehn und mehr — Wohnungen oft Schwierigkeiten bei der Abrechnung der Kosten der Sammelheizung auftreten. Dem kann man nur durch Messen der abgenommenen bzw. dem Abnehmer gelieferten Wärmemenge aus dem Wege gehen.

Diese Wärmemengenmessung setzt aber bei Warmwasserheizungen die Messung des Produktes der Wassermenge und der Temperaturdifferenz voraus. Derartige Geräte sind sehr teuer. Die billigsten kosten etwa 600 DM je Stück, genauere das Doppelte und mehr. Aus diesem Grunde wird diese Messung nur selten verwendet. Sie ist auch nur auf verhältnismässig grosse Wärmebezieher anwendbar. Die Wärme wird daher fast immer, vor allem bei kleinen Abnehmern, pauschal berechnet. Nun beträgt aber nach Literaturangaben und Untersuchungen, vor allem von Prof. Dr. W. Raiss, der Verbrauch der ungemessenen, zu Pauschalpreisen gelieferten Wärme etwa das 1,7- bis 2-fache der Menge, die bezogen würde, wenn sie bei jedem einzelnen Abnehmer gemessen und ihm verrechnet würde. Dieser übermässige Wärmeverbrauch ist eine der Ursachen, weshalb Fernheizungen oft unwirtschaftlich sind.

Voraussetzung für eine wirtschaftliche Betriebsführung und vor allem für eine zunehmende Verwendung von Sammel- und Fernheizungen ist m. E., dass jeder Abnehmer jederzeit seine Wärmeansprüche aus der Sammelheizung — gleichgültig, ob sie nur für ein Gebäude eines Wohnblocks oder ein Stadtviertel gebaut ist — decken kann, sofern diese Wärmemenge innerhalb tragbarer Fehlergrenzen gemessen wird und dass der Abnehmer seine Heizung womöglich automatisch regeln kann.

Betreibt man nun Fernheizungen mit konstanter Wassermenge und gleitender, einheitlich für das gesamte Versorgungsgebiet geregelter Vorlauftemperatur, so muss man eine so grosse Wärmemenge ins Netz schicken bzw. mit so hohen Vorlauftemperaturen fahren, dass auch der Abnehmer, der die grössten Wärmeansprüche stellt, sei es, dass sein Haus schlecht gebaut ist oder dass er sich nur bei hohen Temperaturen wohlfühlt, befriedigt werden kann. Das bedeutet also, dass die Mehrzahl der Häuser überheizt und Wärme verschwendet wird. Es darf nicht übersehen werden, dass die Temperaturansprüche der Menschen voneinander stark verschieden sind. Viele fühlen sich nur bei Temperaturen unter 18° C wohl, andere erst bei Temperaturen um 24° C.

Aus Messungen an ausgeführten Anlagen konnten wir ferner feststellen, dass die Wärmekosten verschiedener Abnehmer bei völlig gleichen Wohnungen sich auf mindestens  $\frac{1}{3}$  verringern, wenn man die einzelnen Heizkörper regelbar macht und die abgenommene Wärme für jede Wohnung einzeln misst und abrechnet. Diese Bedingung, dass jeder Heizkörper gegebenenfalls sogar einzeln geregelt und jede Wohnung für sich abgerechnet werden kann, lässt sich durch Absenken der Rücklauftemperatur auf unter 40° C erfüllen. Um aber die Heizkörper nicht zu gross ausführen zu müssen, ist es zweckmässig, gleichzeitig die Vorlauftemperatur zu erhöhen. Diese ist bei Verwendung von Wasser als Wärmeträger mit etwa 110° C wegen des Dampfdruckes nach oben begrenzt. Die Heizkörper müssen bei dieser Bemessung theoretisch um rd. 35 % grösser werden als bei der bisher üblichen Berechnungsart. Da diese aber meist nach der DIN 4701 um 20 % überdimensioniert sind, beträgt die tatsächliche Vergrösserung der Heizkörperfläche nur etwa 12 bis 15 %.

Die Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf und Rücklauf steigt also von 20° C an der Heizgrenze bis auf 70° C bei Wärmehöchstlast. Bei dieser Auslegung werden aber nach dem Stempel-Kraus-Diagramm und den Folgerungen von Junge Wasser- und Wärmemenge soweit proportional, dass man mit ausreichender Genauigkeit die gelieferte Wärmemenge mit einem einfachen Wasserzähler messen kann.

#### 4. Betriebsweise des Heiznetzes in Oberhausen

Das Heiznetz wird mit einer konstanten Vorlauftemperatur betrieben, die man zwischen 90° bis 100° C wählt, so

lange der Wärmebedarf des Abnehmers unter etwa 60 % der Wärmehöchstlast liegt. Diese 60 % entsprechen einer Aussentemperatur von etwa —2 bis —4° C. Sinkt die Aussentemperatur weiter, so ist die Vorlauftemperatur so weit zu steigern, dass am Heizkörpereintrittsventil eine Temperatur von rd. 110° C sichergestellt ist. Es wurde uns anfangs oft entgegengehalten, dass bei diesen hohen Vorlauftemperaturen Staubverbrennungen eintreten könnten. Sie besteht bei Konvektoren überhaupt nicht. Sie fällt auch nicht ins Gewicht bei Verwendung üblicher Heizkörper, weil nach Messungen von Prof. Linke erstens nur weniger als 15 % der Heizkörperoberfläche eine Temperatur von über 90° C annimmt und weil zweitens die Zeit, in der mit Vorlauftemperaturen über 90° bzw. 100° C gefahren werden muss, nur auf wenige Tage im Jahr beschränkt bleibt. Man kann aber auch durch besondere Zumischschaltungen von Heizkörpern die Oberflächentemperatur des gesamten Heizkörpers so niedrig legen wie man will. Dies bedeutet allerdings eine Vergrösserung der Heizkörperoberfläche.

Von besonderer Bedeutung ist aber auch für den Fernheiznetzbetreiber, dass die Wassermenge auf etwa 30 % derjenigen Wassermenge zurückgeht, die man bei der bisherigen Auslegung 90/70° C benötigen würde. Aus diesen Gründen sinken die Verteilungskosten sowohl in den Häusern als auch in den Strassen erheblich unter diejenigen, die man bei den bisherigen Temperaturen aufwenden müsste. Deshalb gehen die Gesamtanlagekosten für Fernleitungen, Unterstationen, Hausanschlüsse, Steigleitungen, Verteilung in den Wohnungen und Heizkörper erheblich zurück, selbst wenn die Heizkörper um 35 % grösser werden müssten als bei der bisherigen Auslegung.

Der Lieferer der Heizwärme — sei es eine Block- oder Fernheizung — erzielt also beträchtliche Kostenvorteile im Netz und kann dem Abnehmer dadurch einen günstigeren Tarif anbieten als bei der Auslegung mit 90/70° C. Dadurch kann man aber dem Wärmebezieher einen Ausgleich bieten für die geringe Steigerung der Kosten seiner Heizungsanlage. Jedoch haben wir bei vielen uns zugänglich gewordenen Kalkulationen feststellen können, dass keine Kosten erhöhungen gegenüber der bisherigen Auslegung eingetreten sind. Zu diesem Vorteil kommt für den Abnehmer ferner die Möglichkeit der besseren Regelung, der genaueren Abrechnung und damit der Anpassung seiner Wärmebezugskosten an seine eigenen Wärmebedürfnisse und finanziellen Möglichkeiten.

Damit sind aber die Voraussetzungen gegeben, auch kleinere Wohnungen an Block- und Fernheizungen anzuschliessen, nur muss dort die Wärmelieferung in einer ähnlichen Form erfolgen, wie man Strom und Gas liefert, d. h., man muss in den Häusern Steigleitungen verlegen und die Wohnungsverteilung wie bei einer Stockwerkheizung durchführen. Nur dann besteht die Möglichkeit, mit einer einzigen Messtelle je Wohnung auszukommen. Praktisch durchgeführt ist die Tarifgestaltung für gespreizte Anlagen in den Fernheizungen Coburg, Mannheim und Oberhausen.

Ähnliche Überlegungen wie Junge hat Dipl.-Ing. J. Goepfert in Hamburg angestellt, jedoch kommen bei ihnen m. E. die Vorteile nur einseitig für den Fernheizbetreiber zur Geltung, da J. Goepfert zwar auch die Temperaturspreizung anstrebt und somit zu geringeren Netzkosten kommt, aber mit gleitender Vorlauftemperatur und veränderlicher Rücklauftemperatur fährt. Eine Messung der Wärme mittels Warmwassermesser ist dabei nicht möglich, weil der Wärmeinhalt des Wassers sich laufend ändert. Die hier eingebauten Warmwassermesser sind daher nur reine Heizkostenverteiler. Damit geht aber vor allem auch der psychologische Effekt verloren, der darin besteht, dass der Abnehmer seine Heizkosten selbst bestimmen und beeinflussen kann. Wir sind der Ueberzeugung, dass man bei dem neuen Versorgungszweig der Fernheizung genau soweit kommen muss wie bei Strom, Gas, Wasser, bei denen die Mengenmessung zur Selbstverständlichkeit geworden ist. Die praktischen Erfolge in Oberhausen, die sich auch bei der Nachinstallation von Altbauten mit dünnen Kupferrohrleitungen eingestellt haben, berechtigen zu der Annahme, dass wir mit diesem System und



in Verbindung mit der Heissluftturbine auf dem richtigen Weg für eine gerechte und wirtschaftliche Wärmeversorgung sind. So haben wir bereits in der Heizperiode 1960/61 Rücklauftemperaturen im Netz von 40° und selbst in einigen grossen Hausstationen solche von 30° C erreicht.

### 5. Tarifgestaltung in Oberhausen

Damit der Wärmebezieher einen Anreiz hat, die Heizung nach eben beschriebenem System zu bemessen und zu betreiben, wurde in Oberhausen der Wärmetarif entsprechend aufgebaut. Dazu wird ein Wärmemengentarif I und ein Wassermengentarif II wahlweise angeboten.

**Tarif I** (Wärmemengentarif) Zone 1: 27 DM/Gcal, Zone 2: 25 DM/Gcal und Zone 3: 23 DM/Gcal. Hinzu kommt ein Wasserpreis von 0,24 DM/m<sup>3</sup>.

Der sich hieraus ergebende Gesamtpreis ist in der Zone 1 auf 33 DM/Gcal, in der Zone 2 auf 31 und in der Zone 3 auf 29 DM/Gcal begrenzt. Ausserdem kommt ein Nachtrabatt von 30 % auf den Gesamtpreis in der Zeit von 21 bis 6 h in Anrechnung. Um auch die Versorgung mit Gebrauchswasser anzuregen, wird ferner ein ganztägiger Sommerrabatt ebenfalls in der Höhe von 30 % in der Zeit vom 15. April bis 30. September gewährt. Dieser Tarif ist in erster Linie für Alt-Anlagen eingeführt worden, bei denen eine Temperaturspreizung zunächst fraglich erschien. Jedoch hat die Erfahrung gezeigt, dass auch bei Altanlagen sehr gute Spreizung mittels Rücklaufbegrenzer und Drosselstrecken erreichbar sind.

**Tarif II** (Wassermengentarif) Zone 1: 1,30 DM/m<sup>3</sup>, Zone 2: 1,20 DM/m<sup>3</sup>, Zone 3: 1,10 DM/m<sup>3</sup>.

Auch bei diesem Tarif werden die gleichen Rabattsätze wie beim Tarif I gewährt.

Unter Berücksichtigung dieser Rabattsätze wurden Durchschnittspreise von 20 bis 21 DM/Gcal erzielt, so dass wir jederzeit mit Einzelölfeuerungen konkurrieren konnten. Elektrische Heizungen scheiden im Vergleich jedoch gänzlich aus, da bei diesen Wärmepreisen die kWh unter 2 Pfg. liegen müsste. Mit den Nachtrabattsätzen konnte auch das leidige Spitzenproblem weitgehend gemeistert werden, da durch die billige Nachwärme vor allem die grossen Kaufhäuser und Verwaltungsgebäude nachts ihre Räume nicht so stark auskühlen lassen und morgens dann keine wesentlichen Spitzen verursachen. Die Möglichkeit und die wirtschaftliche Vertretbarkeit dieser verhältnismässig hohen Rabattsätze und die gesamte Tarifgestaltung liegt aber letzten Endes in der Eigenart der Heissluftturbine begründet. Würden wir diese Verbrauchsanregung in der Schwachlastzeit nicht betreiben, müssten wir einen Grossteil der Wärme im Kühlturm abführen. Somit kommt dieser Vorteil der Maschine sowohl dem Abnehmer als auch dem Betreiber zugute.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass das System der Temperaturspreizung mit der Möglichkeit einer billigen Messung eine ideale Kopplung mit der Heissluftturbine darstellt und die Möglichkeit für eine wirtschaftlich optimale Fernwärmeversorgung auch für kleinere und mittlere Städte bietet. Nachdem in Oberhausen die Fernheizung bereits seit der Heizperiode 1957/58 in Betrieb steht und die Heissluftturbine über 7000 Betriebsstunden mit einer nutzbaren Stromerzeugung von über 55 Mio kWh aufweist, darf heute festgestellt werden, dass eine langjährige Entwicklung hiermit einen ersten Abschluss gefunden hat und die geschaffene Anlage als betriebsreife Einheit angesehen werden kann. Zahlreiche Untersuchungen berechtigen uns aber auch zur Hoffnung, dass die Heissluftturbine eine ideale Maschine für zukünftige Atomkraftwerke darstellt. Interessante Verbindungen und Kopplungen mit Müllverbrennungsanlagen sind nach unseren vorläufigen Untersuchungen durchaus möglich.

Für den weiteren Ausbau von Fernheizungen liegt es nun aber in erster Linie an den verantwortlichen Gremien — den Kommunal- und Energiepolitikern — ob sie ihre Städte — um mit Dr. Wolf zu sprechen — unter Rauchwolken ersticken lassen oder sie wieder dem Sonnenlicht zugänglich machen wollen. Das gilt um so mehr für unsere Kurorte sowohl in der Schweiz als auch in Deutschland,

nachdem ein grosses Hotel nach dem anderen zur Oelfeuerung übergeht und die Luft verschlechtert. Dabei erhebt sich nur noch die Frage, wie lange man dann noch von Luftkurorten sprechen kann?

### Literaturverzeichnis

- [1] Eidg. Amt für Energiewirtschaft: Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie in der Schweiz im Betriebsjahr 1960/61. «Bulletin des SEV» 1962, Heft 7.
- [2] Beck, K.: Fernwärmeversorgung als technisch-wirtschaftliche Aufgabe der Gemeinden. «Beiträge zur kommunalen Versorgungswirtschaft» 1961, Heft 30.
- [3] Dyhr, F. und Holzappel, H.: Heissluftturbinen für Heizkraftwerke. «Energie» 1961, Heft 11.
- [4] Junge, H.: Wege zur totalen Energiewirtschaft der Stadt. «Zeitschrift für öffentliche Wirtschaft» 1944, S. 15 ff.
- [5] Junge, H.: Beitrag zur Theorie der Heizkraftkopplung. «Praktische Energiekunde» 1957, Heft 1/2, S. 168 ff.
- [6] Wolf, M.: Die volks- und betriebswirtschaftliche Bedeutung der Heizkraftkopplung. «Praktische Energiekunde» 1957, Heft 1/2, S. 17 ff.
- [7] Wolf, M.: Heizkraftwerke auf Luft- und Gasturbinengrundlage. Sonderdruck aus den Abhandlungen der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Akademie-Verlag Berlin, 1959.
- [8] Akeret, J. u. Keller, C.: Eine aerodynamische Wärmekraftanlage. SBZ Bd. 113 (13. Mai 1939) Nr. 19, S. 229.
- [9] Salzmann, F.: Zur Theorie der Regelung von aerodynamischen Wärmekraftanlagen mit geschlossenem Kreislauf. SBZ 1947, Hefte 10 und 11, S. 123 und 137.

### Schweiz. Zentrale für Handelsförderung

DK 659.2

Der Jahresbericht der Handelszentrale für das Jahr 1962 vermittelt ein Bild von den Bestrebungen ihrer einzelnen Dienstabteilungen, für die schweizerische Produktion im Ausland zu werben und einheimische Firmen zuverlässig über die Verhältnisse auf ausländischen Absatzmärkten zu dokumentieren bzw. ihnen bei der Anbahnung und Pflege ihrer Geschäftsbeziehungen an die Hand zu gehen. Je mehr bisher weniger beachtete Märkte im Zusammenhang mit der Wirtschaftshilfe und zunehmenden Industrialisierung an Bedeutung gewinnen und andere Absatzgebiete als Folge des wachsenden internationalen Wettbewerbes an Uebersichtlichkeit verlieren, desto mehr dürfte die Exportindustrie auf die Tätigkeit der Schweizerischen Zentrale für Handelsförderung angewiesen sein.

Im einleitenden allgemeinen Ueberblick auf das Wirtschaftsjahr 1961 wird die Verflechtung der einheimischen Konjunktur mit derjenigen der wichtigsten internationalen Handelspartner unterstrichen. Im Einklang mit dem erneuten wirtschaftlichen Aufschwung in den USA und der kräftigen Expansion der europäischen Wirtschaft verzeichneten Produktion und Handel in der Schweiz im abgelaufenen Jahr erneute Rekordumsätze; sie liessen das Brutto-Sozialprodukt auf einen Höchststand von annähernd 40 Mrd Franken anwachsen. Mit der starken Zunahme der Einfuhr hielt diejenige der Exporte nicht ganz Schritt, das Handelsbilanzdefizit wuchs auf 2,8 Mrd Franken an, womit, unter Berücksichtigung der unsichtbaren Einnahmen, die Ertragsbilanz zum ersten Mal seit 1957 wieder ein Defizit ergab.

Zur Dokumentation über das schweizerische Schaffen gehört u. a. die Herausgabe und weltweite Verbreitung des «Handbuches der schweizerischen Produktion», von dem für 1963 eine neue Auflage vorbereitet wird, sowie verschiedener periodischer Zeitschriften, allgemeiner Publikationen und ein gut ausgebauter wirtschaftlicher Presse- und Nachrichtendienst, der u. a. in Zusammenarbeit mit dem Kurzwellensender Schwarzenburg wöchentliche Chroniken für das Ausland zusammenstellt. Ausserdem ist hier auf die der Zentrale vom Bund übertragene Wahrung der schweizerischen Interessen an internationalen Messen und Ausstellungen hinzuweisen. So konnte 1961 neben den üblichen und regelmässigen offiziellen Messebeschickungen in Europa auch eine erfolgreiche Beteiligung an der Internationalen Arbeitsausstellung in Turin, an der Internationalen Messe in Sydney im