

Fernwärmeversorgung für die Stadt Zürich

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **90 (1972)**

Heft 49

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85375>

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.

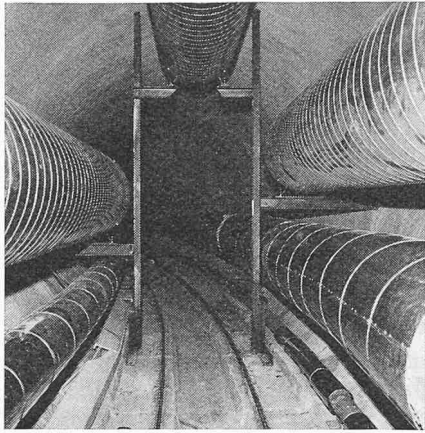


Bild 3. Zukünftiger Vollausbau des Stollens (zum Teil Attrappen)

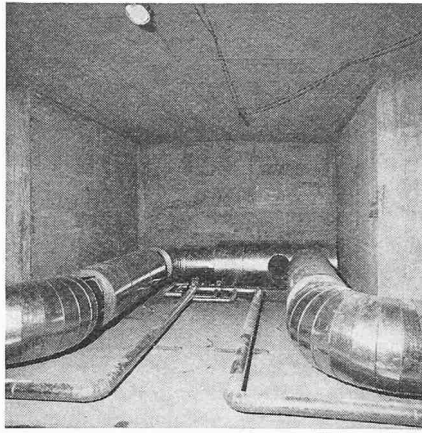


Bild 4. Kompensatorkammer im Tagbaukanal

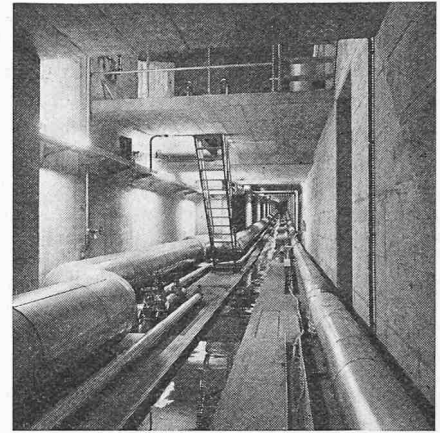


Bild 5. Kanalteil beim Dienstgebäude

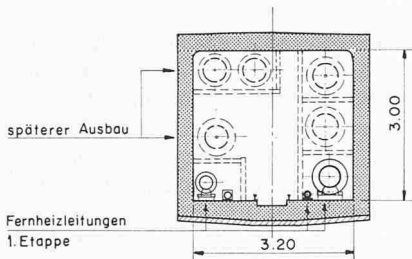


Bild 6. Querschnitt durch den Kanal

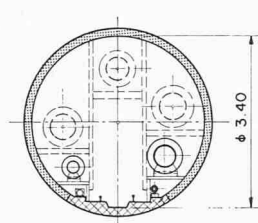


Bild 7. Querschnitt durch den Stollen

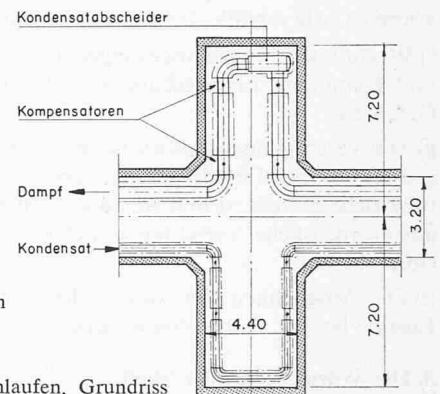


Bild 8 (rechts). Wärmeausdehnungsschlaufen, Grundriss

Blechmantelabdeckung geschützt. Die Kondensat-Rückleitung weist einen Durchmesser von 20 cm auf und ist mit einer Isolierschicht vom 6 cm Dicke umhüllt (Bilder 3 und 5).

Die Wärmedehnungen der Leitungen werden mit Dehnungsschlaufen aufgenommen. Diese sind im Kanal alle 200 m, im

Stollen alle 400 m in seitlich ausgebrochenen Kammern angeordnet (Bilder 4 u. 8). Parallel zur Dampfleitung sind auch Entwässerungsleitungen installiert, die das durch Wärmeverluste in der Dampfleitung entstehende Kondensat ins Heizwerk zurückführen. Bild 5 zeigt den Kanalteil beim Dienstgebäude.

Fernwärmeversorgung für die Stadt Zürich

DK 697.34

1. Die Ausgangslage

Im Zentrum der Stadt Zürich bestehen schon seit längerer Zeit zwei kleinere, getrennt betriebene Fernheiznetze. Das eine wird von der Kehrlichtverbrennungsanlage I an der Josefstrasse und das andere vom Fernheizkraftwerk der ETH gespeist. Vor einigen Jahren wurde ein Projekt für ein drittes Netz ausgearbeitet. Dieses sieht die Versorgung bestehender und zukünftiger kantonaler Bauten durch die Kehrlichtverbrennungsanlage II an der Hagenholzstrasse vor.

Nachdem sich in vielen Städten und grösseren Siedlungsgebieten ausgedehnte Fernwärmeversorgungsnetze gut bewährt, gegenüber Einzelheizung als vorteilhaft erwiesen und in neuerer Zeit durch Bestrebungen zum Schutze der Umwelt eine zunehmende Bedeutung erhalten haben, wurde vom Zürcher Stadtrat der Gedanke einer stadtweiten Fernwärmeversorgung aufgegriffen. Er beauftragte in der Folge das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWZ), diesbezügliche Studien durchzuführen und einen Generalplan mit einem langfristigen Ausbauprogramm auszuarbeiten.

2. Vorteile einer generellen Fernwärmeversorgung

Die Fernwärmeversorgung von zentralen Heizwerken oder Heizkraftwerken aus verdankt ihre rasche Ausbreitung be-

deutenden Vorteilen gegenüber der Einzelheizung. Diese kommen teils der Gesamtbevölkerung, teils dem einzelnen Hausbesitzer oder Bewohner zugute. Zu den wesentlichsten gehören:

a) Die Verbesserung der Brennstoffbewirtschaftung, da die Wärmezentralen stets mit optimalem Wirkungsgrad betrieben werden können, während Einzelheizungen mit einer oft ungenügenden Regelung des Brennstoff-Luft-Gemisches meist ungünstig arbeiten.

b) Die Verminderung der Luftverschmutzung dank vollständiger Verbrennung und Abführen der Abgase durch Hochkamine. In Grossanlagen können überdies die Rauchgase von schädlichen Bestandteilen weitgehend befreit werden.

c) Die Verminderung der Boden- und Gewässerverschmutzung, weil die wenigen bei Fernwärmeversorgung erforderlichen Lagertanks, die mit allen Sicherheitseinrichtungen ausgestattet sind und zudem von Fachpersonal betreut werden, eine erheblich grössere Sicherheit gegen auslaufendes Öl bieten. Ölunfälle beim Umschlag sind praktisch ausgeschlossen, da dieser sowohl bei Anlieferung per Lastwagen wie auch per Bahn auf eigens dafür gebauten Ölwannen durchgeführt wird.

d) Die Entlastung der Strassen durch Brennstofftransporte. In der Stadt Zürich werden zu Heizzwecken jährlich 360000 t

Heizöl und 100000 t Koks verbrannt. Somit müssen von Montag bis Freitag pro Tag durchschnittlich 1850 t Brennmaterial (das entspricht mehr als 200 Lastwagenladungen) verführt werden. Da der Brennstoffverbrauch zunimmt, wird sich diese Lage in Zukunft noch verschlechtern. Die Strassenbelastung lässt sich bei der Fernwärmeversorgung grösstenteils vermeiden. Einzelne Heizzentralen können auf dem Schienenweg oder durch Leitungen versorgt werden, so dass Strassenbelastung durch Tankwagen und Unfallgefahr gänzlich wegfallen.

e) Umstellmöglichkeit auf andere Primärenergieträger. Als Brennstoff wird sowohl bei Einzelfeuerungen wie in Fernheizzentralen in zunehmendem Masse Öl verwendet. Bei länger dauernden Versorgungsschwierigkeiten auf dem Ölsektor muss auf andere Brennstoffe umgestellt werden. Dies kann in Heizwerken oder Heizkraftwerken leichter vorgenommen werden als bei Einzelheizungen. Ausserdem lassen sich in solchen Werken Energieträger für die Wärmeerzeugung verwenden, die bei Einzelfeuerungen kaum oder überhaupt nicht in Frage kommen, wie Abfälle, Schweröl, Kernbrennstoffe.

f) Wegfall von Heizeinrichtungen (Öltank bzw. Kohlekeller und Kamin) in Einzelgebäuden und der damit verbundenen Gefahren.

g) Die Versorgungssicherheit ist bei der Fernwärmeversorgung grösser als bei Einzelfeuerung, weil eine einwandfreie Wartung sichergestellt ist und Ausfälle nicht zu erwarten sind. Für ausserordentliche Verhältnisse stehen jederzeit Reservekessel einsatzbereit.

h) Die Möglichkeit der zusätzlichen Erzeugung elektrischer Energie bei der Fernwärmeversorgung.

3. Der Wärmebedarf der Stadt

Umfangreiche Ermittlungen, Schätzungen und Vergleiche haben ergeben, dass während der kältesten Tage in der Stadt Zürich ein gesamter Bedarf an Wärme für Raumheizung und Warmwasser von etwa 1740 Gcal/h¹⁾ besteht. Dieser Bedarf entspricht einer mittleren Wärmedichte von 26 Gcal/h, km² und beträgt rund das Sechsfache der heutigen Höchstlast an elektrischer Energie. Aus den statistischen Unterlagen über das Zürcher Klima und den heute üblichen Komfortansprüchen ergibt sich eine durchschnittliche Benützungsdauer dieser Höchstlast von 2340 Stunden pro Jahr, so dass sich ein totaler Jahresbedarf an Wärme von rund $4 \cdot 10^{12}$ kcal errechnen lässt. Dies entspricht etwa 500000 t Öl oder 500 Mio m³ Erdgas.

Schätzungen über das künftige Bauvolumen bei unveränderter Bauordnung, steigenden Komfortansprüchen und erhöhtem Warmwasserverbrauch ergeben für das Jahr 2010 einen Spitzenbedarf von 2290 Gcal/h oder $5,4 \cdot 10^{12}$ Gcal/Jahr. Das Wachstum ist aus naheliegenden Gründen bescheiden.

4. Die Konzeption einer umfassenden Fernwärmeversorgung

Ausgehend von der bestehenden Überbauung der Stadt und ihrer Einteilung in 198 statistisch erfasste Zonen einerseits und den in der geltenden Bauordnung enthaltenen Möglichkeiten andererseits, ist ein System von Rohrleitungspaaren so in den öffentlichen Strassen und Plätzen zu verlegen, dass der grösste Teil aller Gebäude daran angeschlossen werden kann. Dabei kommt den Zonen mit hohen und mittleren Wärmedichten von 20 bis 40 und mehr Gcal/h, km² primäre Bedeutung zu, während Zonen mit lockerer Bebauung und Wärmedichten von 15, 10 oder weniger Gcal/h, km² nicht oder nur sekundär in die Erschliessung einbezogen werden können. In diesem Rohrleitungssystem zirkuliert heisses Wasser unter Druck. Es besteht aus grosskalibrigen Hauptleitungen als

Basisnetz, an welches Verteilungen als Zubringer zu den einzelnen Gebäuden anschliessen. Beide Netze sind sternförmig angelegt, wobei Ringverbindungen an ausgewählten Stellen der Erhöhung der Versorgungssicherheit und der betrieblichen Beweglichkeit dienen. Pumpstationen, Ventile, Schieber usw. gewährleisten zusammen mit einem modernen Datenübermittlungssystem einen sicheren und jederzeit kontrollierbaren Betrieb.

In den Häusern, Gebäudekomplexen oder Sammelheizungen sind an Stelle der bisherigen Heizkessel Wärmeaustauscher einzubauen. In diesen Apparaten zirkuliert in zwei völlig getrennten Kreisläufen auf der einen Seite das heisse Wasser aus dem öffentlichen Fernwärmenetz und auf der andern jenes der Zentralheizung des Hauses. Eine moderne Regulierung erlaubt stets eine beliebige Wärmeentnahme aus dem öffentlichen Netz, wodurch eine individuelle Temperierung jedes Hauses gewährleistet ist. Eine Messapparatur registriert den Wärmebezug bei jedem Abnehmer.

Die Temperatur des Vorlaufes im öffentlichen Netz wird vom Werk während der Heizperiode in Abhängigkeit von der Aussentemperatur reguliert, während die Menge des umgewälzten Wassers konstant gehalten wird. Ausserhalb der Heizperiode, wenn das Fernwärmenetz praktisch nur der Wärmelieferung für die Herstellung von warmem Brauchwasser dient, arbeitet man mit konstanter Vorlauftemperatur und variablen Wassermengen. Die Temperaturen werden stets so gehalten, dass an keinem Punkt des Netzes, zu keiner Zeit, 140°C überschritten und 75°C unterschritten werden und selbstverständlich jeder Wärmebezüger zu jeder Zeit die von ihm benötigte Wärmemenge bis zum abonnierten Anschlusswert beziehen kann. Damit können alle Bedürfnisse nach Raumheizung während der Heizperiode sowie der ganzjährige Bedarf für die Warmwasseraufbereitung befriedigt werden. Industrielle Anwendungen verlangen praktisch immer höhere Temperaturen. Solche Verbraucher können daher in den meisten Fällen nicht an das Fernwärmenetz angeschlossen werden. Eine direkte Belieferung mit Erdgas erweist sich in solchen Fällen als wesentlich flexibler und wirtschaftlicher.

In Zürich sind für die Herstellung der benötigten Wärme im Endausbau mindestens drei und höchstens sechs Produktionsanlagen erforderlich, wobei jeder Anlage grundsätzlich ein ganz bestimmtes Versorgungsgebiet zugeordnet ist. Da sich Wärme nur auf eine beschränkte Distanz wirtschaftlich transportieren lässt, muss jede Produktionsanlage mit einer eigenen Reservekapazität ausgerüstet werden. Eine gegenseitige Aushilfe ist im Gegensatz zu den Verbundsystemen bei Elektrizität, Gas und Wasser nur beschränkt möglich und sinnvoll. Solche Produktionsanlagen werden daher mit Vorteil grundsätzlich mit je drei Kesselanlagen ausgerüstet, nämlich mit zwei gleicher Kapazität und einer halb so grossen. Der kleine Kessel genügt für den Sommerbetrieb, der etwa 20% der Winterspitze ausmacht, im Herbst und Frühjahr wird ein grosser Kessel eingesetzt, der im eigentlichen Winter zunächst durch den kleinen, dann durch den zweiten grossen und nur an ganz wenigen extrem kalten Tagen durch beide ergänzt wird.

Inwieweit Heizwerke dieser Art zu Heizkraftwerken, also Anlagen, in denen nebst der erforderlichen Wärme auch elektrische Energie erzeugt wird, ausgebaut werden sollen, ist vor allem von der Produktionskapazität abhängig. Sobald die installierte Leistung etwa 100 Gcal/h überschreitet, ist eine solche Heiz-Kraft-Kopplung am Platze, wobei für Zürich das System der reinen Gegendruckturbine im Vordergrund steht. In den Kesseln wird hochgespannter Dampf erzeugt, der zunächst eine Gegendruckturbine mit angekoppeltem Generator antreibt und anschliessend bei etwa 4 ata kondensiert wird. Die ganze Abwärme der Turbine wird dem Fernwärmenetz zugeführt,

¹⁾ 1 Gcal = 10⁶ kcal = 1160 kWh

1 Gcal/h = 10⁶ kcal/h = 1160 kW = 1,16 MW

und die Produktion richtet sich ausschliesslich nach dem Wärmebedarf des Netzes. Die Erzeugung elektrischer Energie ist mit diesem System zwar wesentlich geringer als mit Entnahme-Kondensationsturbinen, doch fällt die Produktion ausschliesslich auf die wertvolle Winterzeit, und jede Belastung der Umwelt mit Abwärme, die dem Wasser oder der Luft zugeführt werden müsste, fällt weg.

In bezug auf den Brennstoff kommen Schweröl, Leichtöl, Erdgas und Atomenergie in Frage, wobei alle diese Energieträger importiert werden müssen. Die Atomenergie hat den Vorteil, keinen Sauerstoff zu verbrauchen, keine Abgase zu produzieren und eine problemlose Vorratshaltung für eine grosse Zeitspanne zu bieten. Nachdem auch der Schutz gegen nukleare Schäden ein ausserordentlich hohes Mass an Sicherheit bietet, wäre dieser Energieträger eigentlich allen andern vorzuziehen. Da aber der kleinste erhältliche Reaktor etwa einen Drittel der ganzen Stadt mit Wärme versorgen könnte, und die Sicherheitsaspekte für eine Platzierung im Stadtgebiet noch nicht genügend geklärt sind, muss diese Variante vorläufig noch zurückgestellt werden.

Von den fossilen Brennstoffen ist das Schweröl mit Abstand am billigsten und wird deshalb sowohl in Basel als auch am Fernheizkraftwerk der ETH verfeuert. Es hat den Nachteil des höheren Schwefelgehaltes und bedarf der Vorwärmung für die Förderung mit Pumpen. Das Leichtöl ist im langjährigen Mittel etwa 25% teurer als das Schweröl, und sein maximaler Schwefelgehalt beträgt 0,5%, in der Praxis im Mittel 0,38%.

Das Erdgas ist unter den fossilen Brennstoffen derjenige Energieträger, der die Umwelt am wenigsten belastet und dessen Vorratshaltung Sache des Lieferwerkes ist. Mindestens vorläufig schränken aber leider drei Punkte die Anwendung entscheidend ein, nämlich die verfügbare Menge, die verfügbare Leistung und der Preis.

In Heizwerken der geplanten Grösse ist es ein Leichtes, von einem dieser drei fossilen Brennstoffe auf einen andern hinüberzuwechseln. Es ist deshalb vorgesehen, im Rahmen des technisch und wirtschaftlich Vertretbaren Erdgas zu verbrennen und im übrigen bereit zu sein, jederzeit auf Öl hinüberzuwechseln.

Zum Standort der benötigten Heiz- oder Heizkraftwerke kann vorläufig erst festgehalten werden, dass ein oder zwei Anlagen in den Stadtkreisen 11 und 12 sowie zwei bis vier weitere Anlagen im übrigen Stadtgebiet erforderlich sein werden. Selbstverständlich müssen solche Werke soweit möglich in Industriegebieten erstellt werden, doch können versorgungstechnische Erfordernisse auch andere Standorte bedingen.

5. Investitionsaufwand und Ausbaustufen

Anhand verschiedener Modellrechnungen wurde ein Investitionsaufwand für ein Verteilsystem, das 80% der überbauten Stadtgebiete umfasst und 50% der gesamten für Raumheizung und Warmwasser in der Stadt benötigten Wärme liefert, von etwa 350 Mio Fr. ermittelt. Für die Produktionsanlagen ist ein Gesamtbetrag von 220 Mio Fr. einzusetzen. Diese Zahlen beziehen sich auf den gegenwärtigen Geldwert.

Nun ist aber zu beachten, dass ein derartiges Unterfangen nicht in kurzer Zeit verwirklicht werden kann, weshalb die angewandten Rechenmodelle auf einer Bauzeit von 40 Jahren beruhen und mit einer durchschnittlichen Investition von etwa 15 Mio Fr. pro Jahr beim heutigen Geldwert zu rechnen ist. Jede einzelne Baustufe stellt ein in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht in sich geschlossenes Vorhaben dar. Deshalb ist es möglich, dass über jede einzelne Etappe in voller Freiheit entschieden wird, ohne von bereits erstellten Teilen zu Fortsetzungen gezwungen zu sein. In dieser Beziehung weist das Vorhaben eine erhebliche Anpassungsfähigkeit auf.

6. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Als potentieller Hersteller und Anbieter von Fernwärme muss man sich bewusst sein, dass man mit einem Markt konfrontiert wird, der eine echte und vielfältige Konkurrenz aufweist. Insbesondere wird jeder angesprochene Konsument sich einen Preisvergleich zwischen eigener Ölheizung und Fernwärmeanschluss ausrechnen, der seinen freien Entschluss erheblich beeinflussen wird. Selbst wenn er bereit ist, die mit dem Betrieb einer eigenen Ölfeuerungsanlage verbundenen Risiken und Umtriebe angemessen zu honorieren, sind der Preisgestaltung für die Abgabe von Fernwärme sehr enge Grenzen gesetzt, sofern man die Anschlusswilligkeit nicht entscheidend gefährden will. Im Generalplan wurde deshalb der erzielbare Preis für die Fernwärme ungefähr 10% über den alles umfassenden Selbstkosten einer individuellen Ölzentralheizung angesetzt, wobei der Preis solange selbstverständlich mit den hiesigen Heizölpreisen verknüpft werden muss, als die Heizwerke teilweise oder ganz mit Öl betrieben werden. Mit einem solchen Ansatz dürfte die für das Vorhaben unerlässliche grosse Anschlussbereitschaft gefunden werden. Damit ist die Einnahmenseite der Wirtschaftlichkeitsrechnung bereits weitgehend festgelegt.

Auf der Ausgabenseite dominiert mindestens während der Bauzeit der Kapitaldienst, der etwa 60% der Jahreskosten ausmacht. Dabei wurde eine lineare Abschreibung der Anlagen, bei angemessenen Lebenszeiten der einzelnen Teile, und eine Verzinsung des erforderlichen Kapitals von 5% eingesetzt. Brennstoff und Betrieb samt Unterhalt beanspruchen je rund 20% der zu erwartenden Jahreskosten.

Auf Grund einer Reihe verschiedener Modelle und Annahmen wurde nach den wirtschaftlichsten Kombinationen gesucht. Wie man die Sache aber auch dreht und optimiert, gelangt man stets zu negativen Jahresabschlüssen, und zwar für die Dauer der ersten zwanzig bis vierzig Jahre. In heutigem Geldwert ausgedrückt muss damit gerechnet werden, dass der Fehlbetrag sukzessive ansteigend in etwa zwanzig Jahren 8 bis 12 Mio Fr./Jahr, das heisst 30 bis 40% des Umsatzes, ausmachen könnte. Dann allerdings darf dank spürbarer Entlastung durch die getätigten Abschreibungen, unter der Voraussetzung der heutigen Kostenstruktur, mit einer allmählichen Abnahme des Fehlbetrages gerechnet werden, und nach weiteren zwanzig Jahren ist sogar ein ansteigender Gewinn zu erwarten.

Wenn im Zusammenhang mit der Energieversorgung oft auf die Notwendigkeit einer Diversifikation der Energieträger hingewiesen wurde, so muss doch darauf aufmerksam gemacht werden, dass der Wechsel des Energieträgers für den einzelnen Konsumenten meist mit ganz erheblichen Umtrieben verbunden ist. Demgegenüber bietet eine öffentliche Fernwärmeversorgung eine echte und vollwertige Diversifikationsmöglichkeit.

Die Erzeugung elektrischer Energie in Heizkraftwerken erlaubt eine viel bessere Ausnutzung des importierten Brennstoffes, als dies in thermischen Kraftwerken, die allein der Stromerzeugung dienen, möglich ist. Gleichzeitig entfällt das Problem der Abgabe von Abwärme an die Umgebung.

Das ganze Vorhaben lässt sich ohne Mühe in viele einzelne Etappen aufgliedern, von denen jede ein in sich abgeschlossenes Ganzes darstellt. Die Realisierung kann daher je nach Bedarf beschleunigt oder verzögert werden und ist sehr anpassungsfähig.

Als Nachteile sind zu nennen:

In den ersten 20 bis 40 Jahren ist mit zeitweise erheblichen Betriebsdefiziten zu rechnen. Die genannten Vorteile, insbesondere der Umweltschutz, sind aber nicht unentgeltlich zu haben. Wäre das Vorhaben mit einem Gewinn verbunden, wäre es wohl längst verwirklicht worden. Es ist Sache der

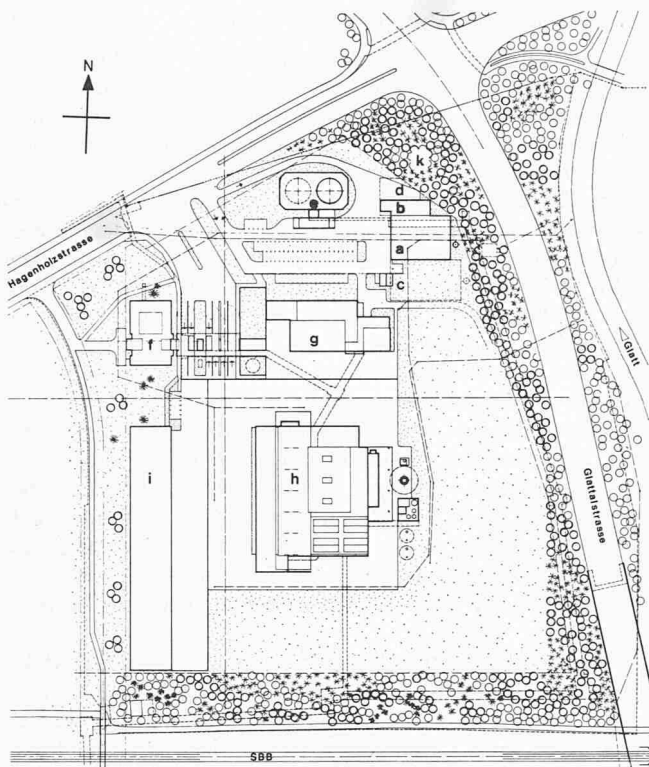


Bild 1. Lageplan des Fernheizwerkes Hagenholz und der Kehrrecht-Verbrennungsanstalt (KVA) 2, Massstab 1:4000.

a Fernheizwerk, b Werkstatt-, Bürotrakt, c Erweiterung des Fernheizwerkes, d Erweiterung der Werkstatt, e Stehtankanlage für Heizöl, f KVA 2 Personalhaus, g KVA 2 Autoreparaturwerkstatt, h KVA 2 Verbrennungsanlage, i KVA 2 Autoeinstellhalle, k Aufforstung der Grünzone

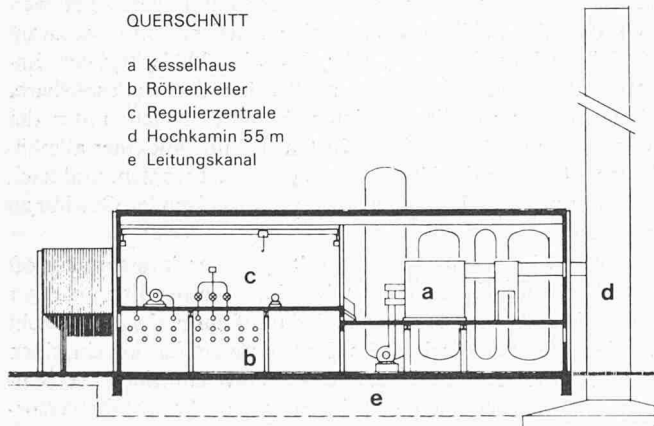


Bild 2. Fernheizwerk Hagenholz, Querschnitt

Behörden und Stimmbürger zu entscheiden, ob dieser Preis bezahlt werden soll.

Auf dem Gebiet der Stadt sind drei bis sechs zusätzliche industrielle Heiz- oder Heizkraftwerke mit Hochkaminen zu erstellen, was bei den betroffenen Anstössern Widerstand auslösen dürfte.

Es ist ein eigenes Fernwärmenetz zu erstellen. Strassen und Plätze müssen zur Verlegung der Rohrleitungen zusätzlich aufgerissen werden.

Angesichts dieser Gegenüberstellung stellt sich die natürliche Frage, ob es nicht auch andere Wege gäbe, um eine Fernheizung zu realisieren. Man könnte auf den Gedanken verfallen, das Problem elektrisch zu lösen, indem man die elektrische Raumheizung forcieren würde. Dieser Weg ist aber

aus zwei Gründen nicht gangbar. Nämlich erstens, weil dies eine Verstärkung der vorhandenen Verteilanlagen auf rund das Achtfache des heutigen Bestandes bedingen würde und deshalb viel teurer als ein Fernwärmenetz wäre, und zweitens, weil die dazu notwendige elektrische Energie nicht beschafft werden kann. Es wäre auch volkswirtschaftlich unsinnig, weil man mit jeder zu elektrischer Raumheizung verwendeten Kilowattstunde unsere Umwelt im zugehörigen Atomkraftwerk mit zwei Kilowattstunden durch die Abwärme belasten würde.

Also verbleibt noch das Erdgas. Es hat den Vorteil, die Umwelt nicht zu belasten und das Rohrleitungsnetz wesentlich billiger als die Fernwärme verlegen zu können. Vorläufig sind aber jene Mengen, die für eine ausgedehnte Belieferung der bestehenden Heizanlagen erforderlich wären, gar nicht erhältlich, und die sich langfristig einspielende Preisgestaltung ist noch recht ungewiss. Vor allem aber wäre jedes Ausweichen auf einen andern Brennstoff in Mangellagen (z. B. Winterspitze) oder bei Preiserhöhungen erschwert. Es erscheint deshalb wesentlich interessanter, so lange und so oft wie möglich in den Heizwerken einer Fernwärmeversorgung Erdgas zu verbrennen, als grosse Teile der Konsumenten in der Stadt ausschliesslich an diesen einen Brennstoff zu ketten.

Nach Abwägung aller Umstände erscheint der Aufbau einer möglichst umfassenden Fernwärmeversorgung in der Stadt Zürich sinnvoll; sie kann nur von der öffentlichen Hand verwirklicht werden.

7. Erste Ausbautetappe in den Quartieren Schwamendingen/Oerlikon

7.1 Allgemeines

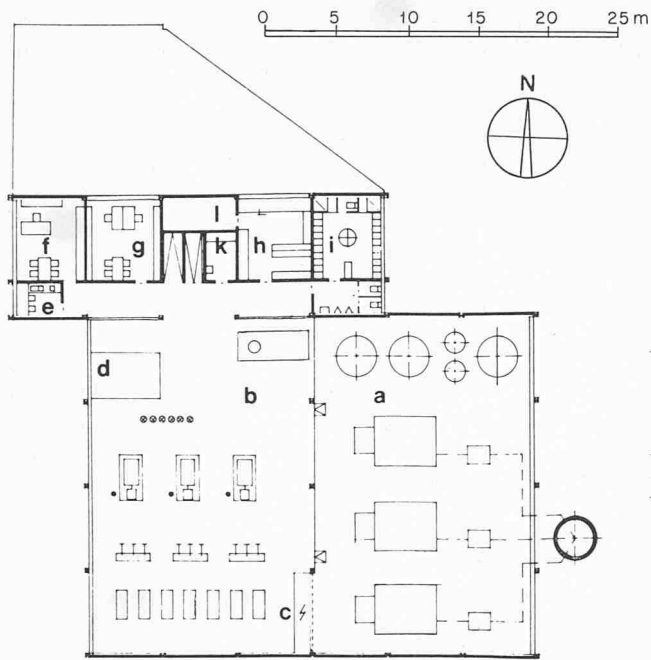
Um die Realisierung des Generalplanes bestmöglich zu fördern, wurden gleichzeitig konkrete Projektierungsarbeiten für eine erste Ausbautetappe an die Hand genommen. Dabei lag es nahe, die neue Kehrrechtverbrennungsanlage Hagenholz, zusammen mit den Bauten des Kantons für eine Fernheizverbindung ins Hochschulquartier, als Ausgangspunkt zu wählen. Dies gestattet, an verschiedene bestehende Anlagenteile anzuknüpfen und auf einer bereits vorhandenen und im Ausbau begriffenen Wärmeerzeugungsanlage aufzubauen. Durch eine zweckmässige Erweiterung der Wärmeproduktion in einem getrennten Heizwerk und die Erstellung einer ersten Etappe eines Verteilnetzes können vorerst gewisse Schwerpunkte von Schwamendingen und Oerlikon der Fernwärmeversorgung zugänglich gemacht werden.

Die wenigen an die Öffentlichkeit gelangten Berichte über eine allfällige städtische Fernwärmeversorgung stiessen auf lebhaftes Interesse seitens verschiedenster Planer und Bauherren. Aus diesen Kontakten einerseits und den erarbeiteten Unterlagen andererseits liess sich ein Leistungsbedarf für die Quartiere von Schwamendingen und Oerlikon von etwa 100 Gcal/h ermitteln. Um in der ersten Ausbautetappe Neu- und Umbauten wichtiger Grossabnehmer erfassen zu können und gleichwohl den Rahmen des ersten Projektes überblickbar zu halten, wurde dem Vorhaben eine Leistungskapazität von 35 Gcal/h zugrunde gelegt. Aller Voraussicht nach dürfte diese Kapazität bis etwa 1975 ausgeschöpft sein, so dass auf diesen Zeitpunkt eine zweite Ausbautetappe angeschlossen werden könnte.

7.2 Wärmeerzeugung

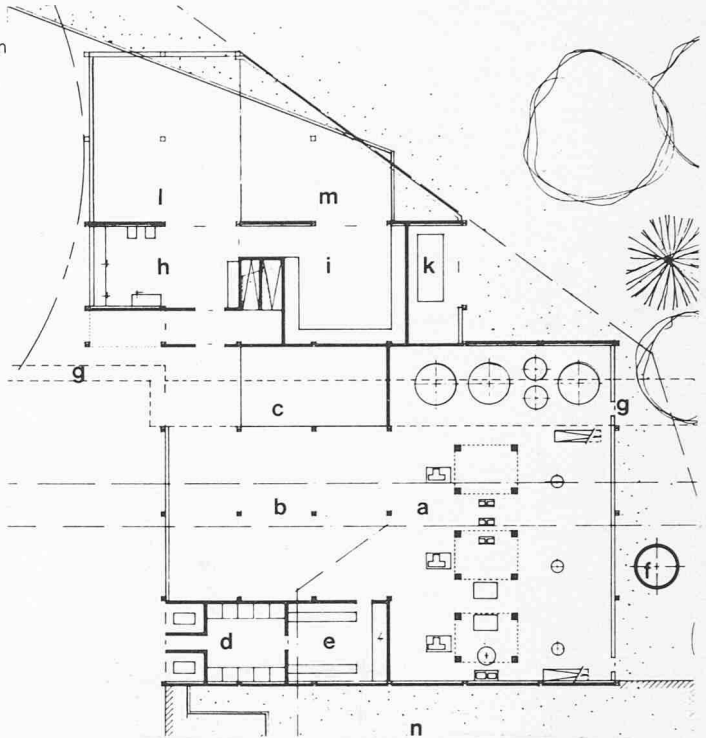
Das Projekt sieht zunächst die Aufstellung eines Wärmumformers von 7 Gcal/h in der Kehrrechtverbrennungsanlage vor, mit dessen Hilfe überschüssige Wärme aus dem Prozess der Kehrrechtverbrennung zugunsten der Fernwärmeversorgung bezogen werden kann.

Hauptbestandteil der Wärmeproduktion ist aber ein Heizwerk, das im nordöstlichen Zipfel des heutigen Areals der



OBERGESCHOSS

- a Kesselhaus
- b Regulierzentrale
- c Kommandopult
- d Montageöffnung
- e Schicht-Essraum
- f Betriebsleiterbüro
- g Reservebüro
- h Elektrowerkstatt
- i Garderobenanlage
- k Putzraum
- l Ventilationsraum

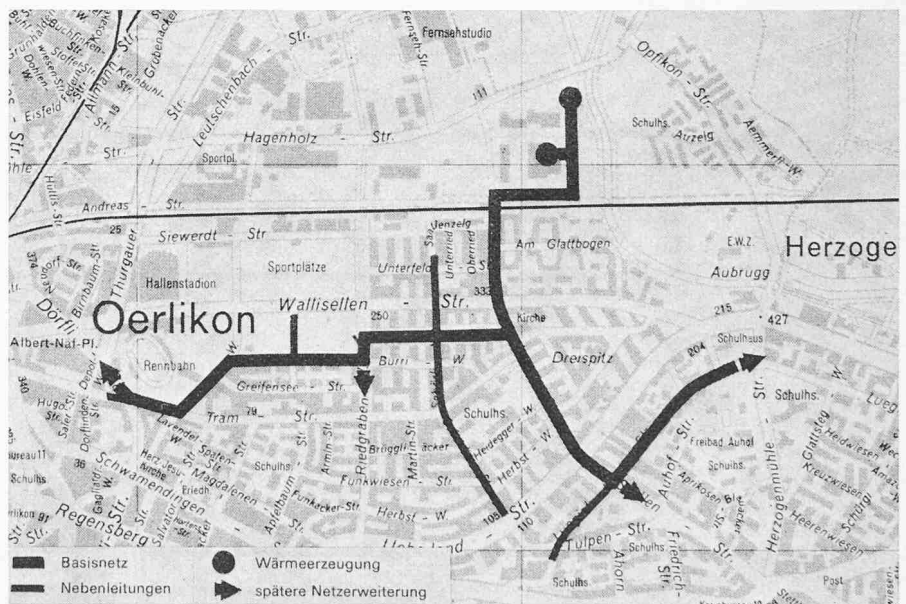


ERDGESCHOSSGRUNDRISS

- a Kesselhaus
- b Röhrenkeller
- c Wasseraufbereitung
- d Trafostation
- e Elektrozentrale
- f Hochkamin 55 m
- g Leitungskanal
- h Betriebswerkstatt
- i Lager
- k Gasesststation
- l Erweiterung Werkstatt
- m Erweiterung Lager
- n Erweiterung Kesselhaus

Bild 3 oben. Fernheizwerk Hagenholz, Grundrisse, links Obergeschoss, rechts Erdgeschoss, Massstab 1:500

Bild 4 rechts. Erste Ausbautappe der Fernwärmeversorgung, Massstab 1:20 000



Kehrichtverbrennung, angrenzend an die projektierte Hagenholz- und Glattalstrasse, zur Aufstellung gelangen soll. Es umfasst drei Heisswasser-Strahlungskessel mit einer Gesamtleistung von 37,5 Gcal/h und enthält, der bescheidenen Grösse wegen, noch keine Einrichtungen zur Stromerzeugung. Bild 1 zeigt die Lage der städtischen Kehrichtverbrennungsanlage (KVA) und des Fernheizwerkes Hagenholz, Bilder 2 und 3 geben Aufriss und Grundriss dieses Werkes wieder. Die Feuerung der Kessel kann wahlweise auf gasförmige oder flüssige Brennstoffe umgestellt werden. Jede der drei Kesselanlagen wird rauchgasseitig mit Multizyklon-Staubabscheidern ausge-

rüstet, und der Ausstoss der so gereinigten Abgase erfolgt über ein gemeinsames Kamin von 55 m Höhe.

Das Heizwerk enthält ferner eine Regulierzentrale mit Wasseraufbereitung, Anfahrgefäss, Expansionsanlage, Pumpen, Steuer- und Reguliereinrichtungen sowie die erforderlichen Hilfsbetriebe.

Neben dem Heizwerk soll eine Öllagerstätte von 2000 m³ mit allen erforderlichen Hilfs- und Schutzeinrichtungen sowie den Verbindungsleitungen zum Heizwerk erstellt werden. Ferner ist ein Anschluss an die in nächster Nähe vorbeiführende Erdgas-Transportleitung vorgesehen. Im nördlichen Anbau

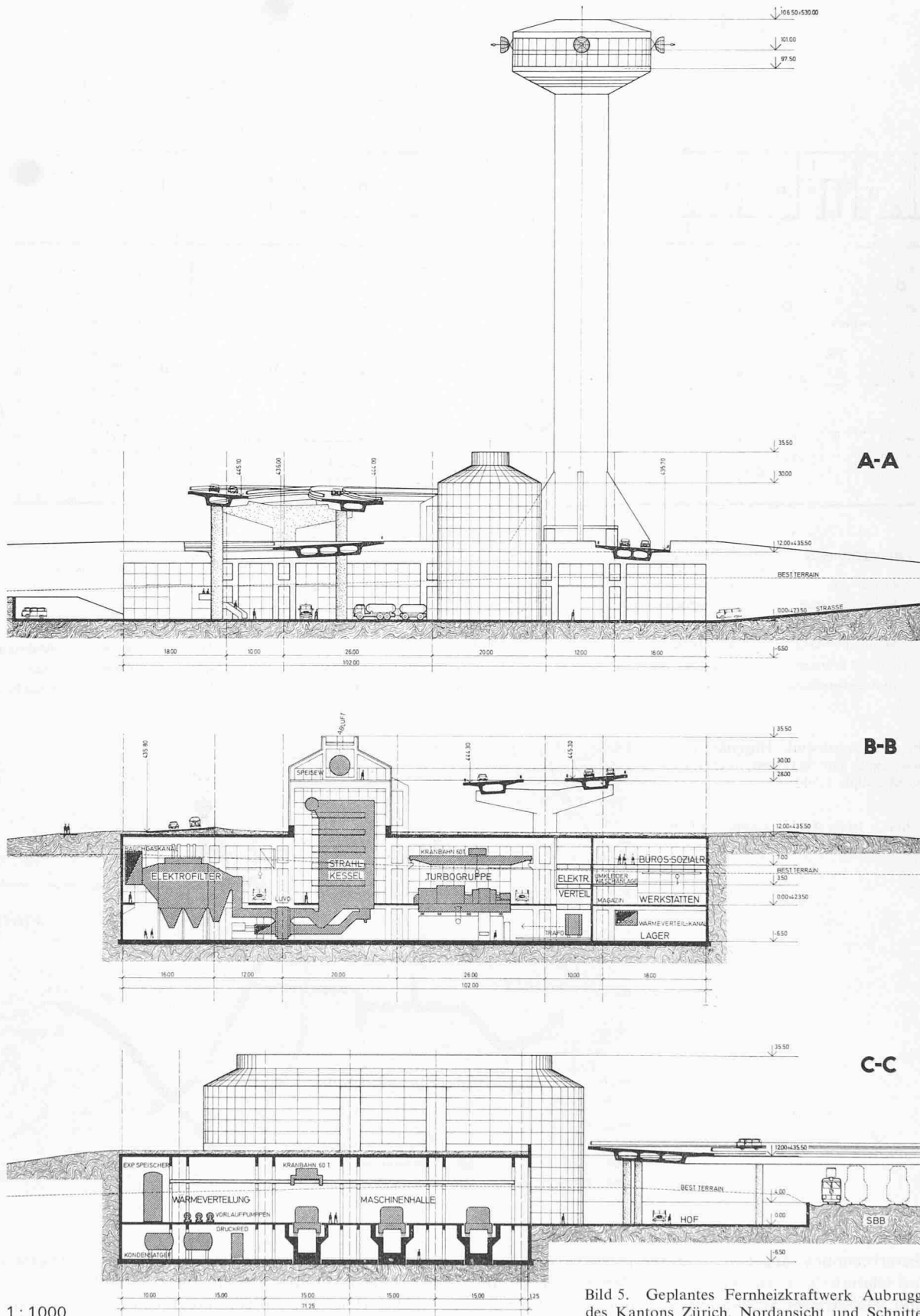


Bild 5. Geplantes Fernheizkraftwerk Aubrugg des Kantons Zürich, Nordansicht und Schnitte

sind alle Hilfseinrichtungen für den Betrieb der Anlagen wie Büroräume, Lager, Personalräume, Werkstätten usw. untergebracht. Die Hochbauten sind als reine Industrieanlagen in Stahlkonstruktion mit entsprechender Verkleidung projektiert, so dass sie sich den bestehenden Anlagen gut einfügen.

7.3. Verteilnetz

Die im Heizwerk erzeugte Wärme wird in Form von Heisswasser durch ein Basisnetz der örtlichen Verteilung zugeführt, Bild 4. Das Basisnetz ist so bemessen, dass es dem mutmasslichen Wärmebedarf des zugehörigen, in Zukunft an-

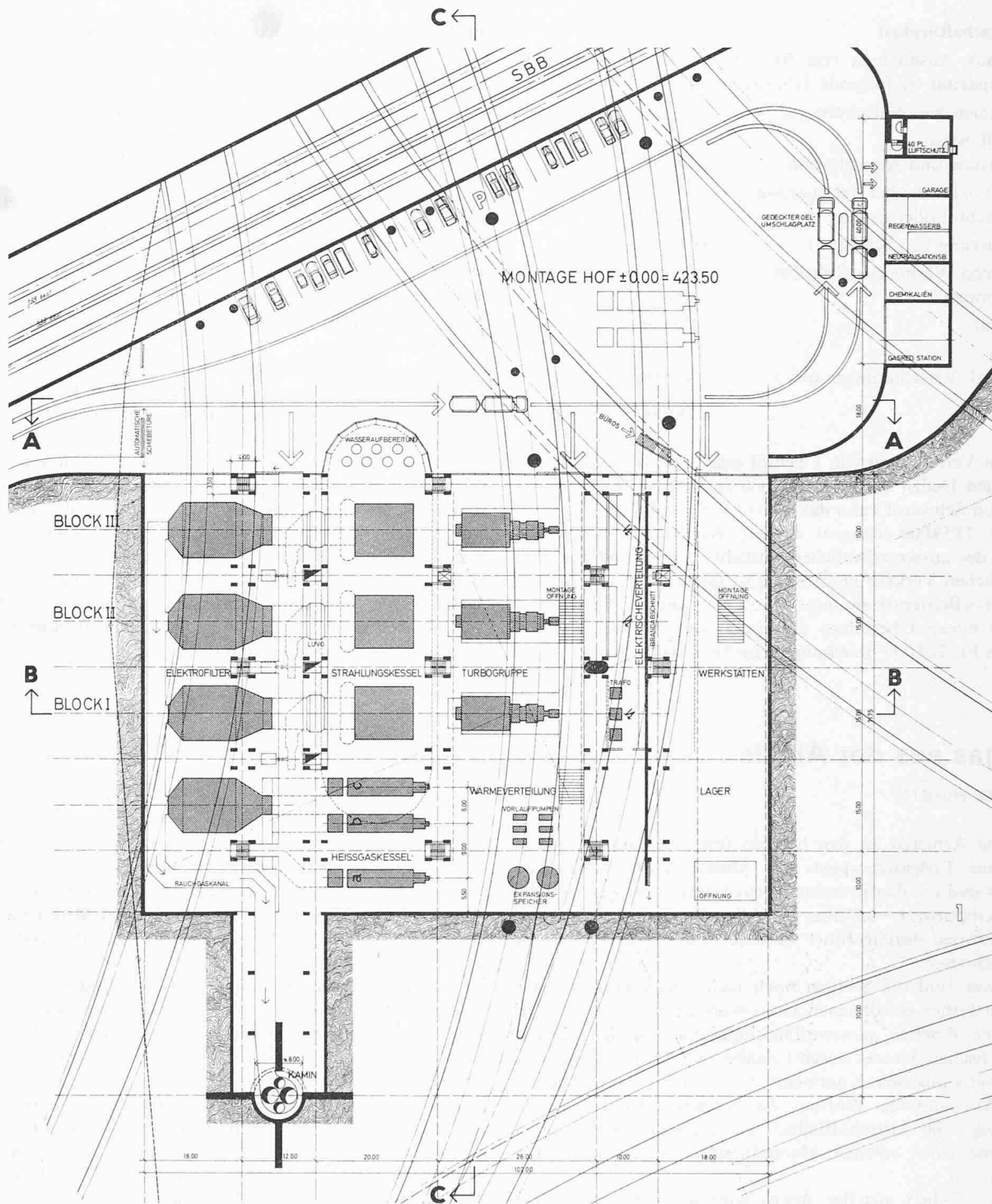


Bild 6. Grundriss zu Bild 5, Massstab 1:1000

schliessbaren Gebietes zu genügen vermag. Dies hat zur Folge, dass bereits in der ersten Ausbautappe zum Teil grosskalibrige Leitungen mit einem Innendurchmesser von 450 mm vorgesehen werden müssen.

Das Basisnetz wird vom Heizwerk bzw. von der Kehrichtverbrennungsanlage, unter Mitbenützung des soeben erstellten kantonalen Heizkanals, nach Süden bis zur Kreuzung Saatlen-/Luegislandstrasse geführt. Von dort wird ein Zweig nach Osten bis zur Turnhalle Aubrugg weitergezogen. Nach Westen führt das Basisnetz bis zum Dorflindenareal. An dieses Basisnetz schliessen örtliche Verteilnetze an, die das Heisswasser den Umformern der einzelnen Gebäude oder Sammelheizungen zuführen.

8. Kostenvoranschlag

Installationen für den Bezug von Wärme aus der Kehrichtverbrennung	Franken
Heizwerk mit Betriebs- und Unterhaltseinrichtungen	840000
Öllagerstätte	13100000
Wärmeverteilnetz	1250000
Grundstückkosten	14500000
Verschiedenes und Unvorhergesehenes	920000
Insgesamt	2700000
(Preisbasis 1. März 1972)	33310000

9. Wirtschaftlichkeit

Nach Ausnützung von 70% der projektierten Produktionskapazität ist folgende Jahresrechnung (Fr.) zu erwarten:

Einnahmen aus Wärmeverkauf		2345000
Kapitalkosten (Verzinsung und Amortisation)	2300000	
Brennstoffkosten bei Verfeuerung von Leichtöl oder Erdgas	1145000	
(Verfeuerung von Schweröl)	(929000)	
Bezug von Wärme aus Kehricht- verbrennung	400000	
Unterhalt	175000	
Betrieb (Personal, Versicherungen usw.)	400000	
Zusammen	4420000	2345000

Bei Verfeuerung von Leichtöl oder Erdgas ist mit einem jährlichen Defizit von Fr. 2075000 zu rechnen. Bei Verfeuerung von Schweröl kann das Defizit auf den Betrag von jährlich Fr. 1859000 reduziert werden. Werden die Anlagen zu Lasten des ausserordentlichen Verkehrs erstellt und über den ordentlichen Verkehr amortisiert, so fallen die Kapitalkosten von der «Betriebsrechnung» weg. Dann kann in beiden Fällen mit einem Überschuss gerechnet werden, und zwar mit jährlich Fr. 225000 beziehungsweise Fr. 451000.

Erdgas aus der Arktis

Von L. G. Hurd¹⁾

Die Arbeiten an den Studien über die Durchführbarkeit eines Erdgastransports aus Alaska in die Vereinigten Staaten und die damit verbundenen Untersuchungen, welche einen Gegenwert von über 12 Mio \$ darstellen und von sechs Firmen durchgeführt werden, sind bereits recht weit fortgeschritten.

Zwar sind die Studien noch nicht abgeschlossen, aber aus den bisher gewonnenen Erkenntnissen geht hervor, dass sich eine Pipeline grossen Durchmessers von den Küsten des arktischen Meeres durch beinahe zwei Drittel der Länge des amerikanischen Kontinents in die USA verwirklichen lässt. Mit anderen Worten: Es können sowohl die Engineering-, die wirtschaftlichen wie auch die ökologischen Probleme einer solchen Mammutleitung befriedigend gelöst werden.

Das Erdgas aus der Arktis wird in nächster Zukunft einen wesentlichen Teil des Bedarfs an Energie decken können. Zwar wird es teurer sein als dasjenige, das schon

¹⁾ Deutsche Bearbeitung eines Aufsatzes «Arctic Gas Supply» aus «American Gas Association Monthly» December 1971, S. 38—42, durch M. Stadelmann, Zürich.

L. Hurd ist Project Manager der Northwest Project Study Group, die die Aufgabe hat, für sechs Gasgesellschaften die technischen Probleme einer Gasfernleitung von Prudhoe-Bay in Alaska nach Emerson in der südöstlichen Ecke von Manitoba zu studieren. Diese Leitung soll arktisches Erdgas den Märkten des Ostens Nordamerikas bringen.

In Ottawa fand am 2. bis 4. Februar 1972 eine Tagung statt, die sich ausschliesslich mit den Problemen des Bauens von Rohrleitungen in arktischem Gebiet befasste. Die Tagungsbeiträge werden durch den National Research Council Kanadas veröffentlicht werden. Zum Preis von 5 Can. \$ wird die Veröffentlichung erhältlich sein bei: Ivan C. MacFarlane, Associate Committees' Secretariat, National Research Council, Ottawa, Ontario - K1A0R6, Kanada.

10. Die Beziehungen zu den kantonalen Anlagen

Der Kanton hat eine leistungsfähige Wärmetransportanlage von der Kehrichtverbrennung Hagenholz ins Hochschulquartier erstellt und bereits in Betrieb genommen. Ursprünglich war vorgesehen, auf dem städtischen Areal Hagenholz zusammen mit dem Kanton ein Fernheizkraftwerk zu errichten. Der Kanton stellte dann aber fest, dass die dortigen Platzverhältnisse für ihn auf lange Sicht nicht genügen und plant nun ein Fernheizkraftwerk Aubrugg im künftigen Nationalstrassendreieck auf dem Gebiet der Gemeinde Wallisellen, das er allein erstellen und betreiben will. Er hat jedoch der Stadt den Bezug von Wärme ab 1976 angeboten. Die Bilder 5 und 6 zeigen Grundriss und Schnitte durch das kantonale Werk Aubrugg.

Unter diesen Umständen war es für die Stadt naheliegend, auf dem eigenen Grundstück Hagenholz vorerst eine reine Heizzentrale so zu planen, dass ein erstes Heiznetz in Schwamendingen und Oerlikon versorgt werden kann. Im Zeitpunkt, wo das kantonale Werk seine Produktion aufnehmen soll, dürfte die Ausdehnung des städtischen Heiznetzes bereits so angewachsen sein, dass ein zusätzlicher Bezug von Wärme aus jener Produktionsstätte möglich wäre. Sollte dies aus irgendwelchen Gründen nicht durchführbar sein, so kann das Heizwerk der Stadt vergrössert werden. Die städtischen und die kantonalen Vorhaben stören einander somit in keiner Weise, und es zeichnet sich vielmehr die Möglichkeit einer engeren Zusammenarbeit für die Zukunft ab.

DK 662.767:621.643.23

heute zur Verfügung steht, es wird aber mit importiertem, verflüssigtem Erdgas konkurrenzfähig sein.

Die American Gas Association gibt die sicheren Gasreserven in Prudhoe-Bay in Alaska mit 750 Mrd m³ an. Das entspricht rund 11 % der sicheren Reserve der anderen 49 amerikanischen Staaten Ende 1971 oder 47 % der sicheren kanadischen Erdgasvorkommen. Die Erdgasfelder in Prudhoe-Bay sind zurzeit die einzigen nachgewiesenen Gasvorkommen in der Arktis. Auf Grund der geologischen Beurteilung der möglichen Erdgasvorkommen sind hier noch grössere Vorräte zu erwarten.

Das Alaska-Erdgas soll möglichst nahe an wirtschaftlich starke Zentren gebracht werden. Diese Zentren sollen genügenden Absatz im jetzigen Zeitpunkt versprechen wie auch ein grösseres Wirtschaftswachstum voraussehen lassen. Zusätzlich sollen diese Gebiete so liegen, dass nicht mit einer baldigen Konkurrenzierung durch verflüssigtes Erdgas aus Algerien zu rechnen ist. Eine weitere Voraussetzung ist das Vorhandensein unterirdischer Lagerungsmöglichkeiten, um die Leitung möglichst gleichmässig auslasten zu können. Die Midwest-Region der Vereinigten Staaten entspricht weitgehend diesen Anforderungen.

Die geplante Rohrleitung folgt der kürzesten möglichen Route: 4000 km Rohrleitung, Durchmesser 122 cm; Gesamtkompressorenleistung rund 2 Mio PS; Durchfluss rund 100 Mio m³ täglich; Gesamtkosten rund 3 Billionen \$.

Obschon der Hauptanteil des durch diese Leitung zu transportierenden Gases in die Midwest-Region gelangt, haben diese Lieferungen günstige Auswirkungen auf die gesamte Energieversorgung der USA, weil die anderen Erdgaslieferanten sich dann vermehrt der Versorgung der übrigen Gebiete der USA zuwenden können. Entsprechende Vereinbarungen erhöhen die Wirtschaftlichkeit des Trans-