

Zeitschrift: Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung

Band: 39 (1982)

Heft: 7-8

Artikel: Das Projekt Refuna : eine regionale Fernwärmeversorgung für das Untere Aaretal aus dem Kernkraftwerk Beznau

Autor: Handl, K.H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-782924>

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: 15.01.2026

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

Das Projekt Refuna – eine regionale Fernwärmeversorgung für das Untere Aaretal aus dem Kernkraftwerk Beznau

K. H. Handl, dipl. Ing., Techn. Projektleiter Refuna, Würenlingen

Unsere extreme, einseitige Abhängigkeit vom Erdöl muss abgebaut werden. Der Rohstoff Öl ist effektiver und sinnvoller als bisher zu nutzen und soweit als möglich durch andere Energieträger zu ersetzen. Feuerungen aller Art tragen in der Schweiz jährlich über 200 000 Tonnen Schadstoffe (Schwefeldioxid, Russ, Asche) in die Luft. Die vielen, noch im Erdreich verlegten Öltanks bilden eine dauernde Gefahr für unser Grundwasser.

1. Ausgangslage

- Seit 1950 hat sich der Energieverbrauch in der Schweiz mehr als vervierfacht.
 - Der Anteil der Erdölprodukte an der gesamten Energieversorgung überwiegt mit über 70%.
 - Die Hälfte aller Energie wird in der Schweiz für Heizzwecke verbraucht.
 - Der Anteil der Wärme an der Nutzenergie ist mit rund 78% vorherrschend.
 - Der Preis für das Heizöl wurde seit 1978 mehr als verdoppelt. Wärme ist teuer und kostbar geworden.
 - Wärme in praktisch jedem gewünschten Ausmass steht ab unseren Kernkraftwerken zur Verfügung.
 - Die in Kernkraftwerken durch Wärme-Kraft-Koppelung gewinnbare Wärme kostet an der Auskoppelungsstelle der Dampfturbinen nur rund einen Drittel der heute mit Öl erzeugten Wärme.
- Diese wichtigen Erkenntnisse bildeten die Grundlage des Entschlusses von acht Gemeinden in der Standortregion der Kernkraftwerke Beznau im Kanton Aargau, zusammen mit Grossverbrauchern, Instituten und Förderern (Industrie, Bund und Kanton) am 22. April 1981 ein Konsortium zu gründen. Dieses soll innerhalb sehr kurzer Frist Pläne für ein Regionales Fernwärmenetz Unteres Aaretal – kurz Refuna genannt – erarbeiten. Refuna soll das zunehmend teure und unsichere Erdöl durch Wärme aus den Kernkraftwerken Beznau

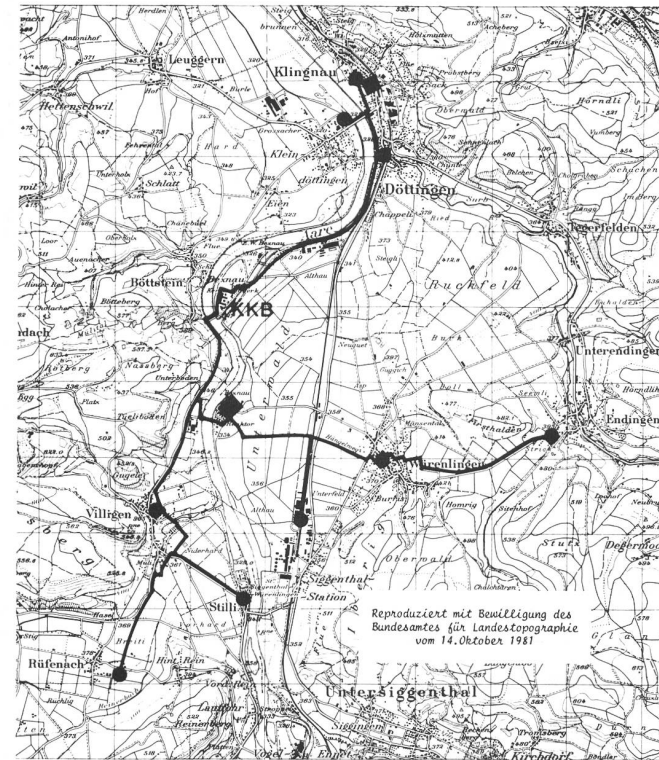


Abb. 1. Hauptnetz Refuna.

ersetzen. In einem gut isolierten Rohrsystem soll die Wärme in die Region verteilt werden:

- In einer Nordschleife von zweimal 6 Kilometer Länge in die Gemeinden Böttstein-Kleindöttingen, Döttingen und Klingnau und zur Faserplattenfabrik Novopan in Klingnau.
- In einer Südschleife von zweimal 13 Kilometer Länge in die Gemeinden Würenlingen, Endingen, Villigen, Stilli und Rüschegg sowie in das Industriegebiet und die Forschungsinstitute EIR (Eidgenössisches Institut für Reaktorforschung) in Würenlingen und SIN (Schweizerisches Institut für Nuklearforschung) in Villigen (Abb. 1).

Die Abgabe der Wärme an die Endverbraucher geschieht entweder direkt (z.B. bei industriellen Grossverbrauchern) oder über Feinverteilernetze in den Gemeinden.

Für die geplante Fernwärmeversorgung im Unteren Aaretal spre-

chen seine Besiedlungsstruktur, eine starke Industrialisierung und mannigfaltiges Gewerbe, darunter mehrere Grossgärtnereien. Dazu kommt eine erstklassige Versorgungssicherheit:

- Durch zwei unabhängige Wärmelieferanten in Form der Kernkraftwerke Beznau I und II, die bisher noch nie gleichzeitig abgestellt waren.
- Durch die Möglichkeit, im äussersten Notfall das ganze Netz über die Heizzentrale des EIR und der Firma Novopan zu versorgen.
- Durch einen evtl. späteren Wärmeverbund mit dem Kernkraftwerk Leibstadt.

Die Projektierung erfolgt in zwei Schritten: ein generelles Vorprojekt mit Kostenschätzung für Refuna und die Gemeindenetze ist bereits erarbeitet. Damit liegen die Grundlagen für die Beurteilung des Projektes Refuna – Realisierbarkeit und Wirtschaftlichkeit – vor.

Mit Zustimmung der Gemeinde-

versammlungen und bei positivem Ausgang weiterer Abklärungen wird ab Anfang 1982 ein ausführungsfähiges Bauprojekt erstellt. Bis zum Sommer 1982 soll die Planung soweit abgeschlossen sein, dass eine Trägerschaft (z.B. Aktiengesellschaft) gegründet werden kann, welche Bau und Betrieb des Fernwärmenetzes übernimmt. Bereits im Winter 1983/84 kann unter diesen Voraussetzungen erste Fernwärme in Teilen des Refuna-Netzes fliessen.

Im dritten Betriebsjahr sollen 12 000 Tonnen Heizöl, im Endausbau rund 20 000 Tonnen Heizöl durch Fernwärme aus den Kernkraftwerken Beznau substituiert werden.

2. Das Projekt

2.1 Übersicht

Refuna hat nach dem gegenwärtigen Stand der Berechnungen eine maximale Wärmeabgabeleistung von 52 Megawatt. Das Versorgungsgebiet umfasst acht Gemeinden mit zusammen rund 15 000 Einwohnern. Die einzelnen Versorgungsschwerpunkte liegen zwischen 1,5 und 7 Kilometer vom Kernkraftwerk Beznau entfernt. Geodätische Höhenunterschiede bis zu hundert Metern zwischen der Wärmeauskoppelung und den Endverbrauchern sind gegeben. Refuna passt damit weder in bezug auf seine Bevölkerungsdichte noch mit seinen übrigen Randbedingungen in jenes Bild, welches bisher von einem «fernärmwürdigen» Gebiet gezeichnet wurde. Der Grund dafür, dass dennoch mit einem selbst nach kurzer Anlaufzeit schon strahlenden Betrieb gerechnet werden darf, liegt einzig und allein in den günstigen Gesteinskosten für die Wärme an der Auskoppelung im Kernkraftwerk Beznau. Mit rund 22 Franken pro Gigakalorie kostet sie rund einen Drittel der mit heutigen Preisen aus Öl erzeugten Wärme.

Die kapitalisierte Differenz zwischen der Wärme aus dem Kernkraftwerk und jener aus Öl kann zum überwiegenden Teil für die Erschliessung der Versorgungsschwerpunkte durch Fernleitungen und für die zusätzliche Einbindung

von Reserveheizzentralen eingesetzt werden.

2.2 Erhebungen

Nachdem die Refuna-Gemeinden die Forderung nach grösstmöglicher Genauigkeit bereits für das Vorprojekt erhoben hatten, waren frühzeitig sehr detaillierte Erhebungen des Ist-Zustandes der Wärmeversorgung durchzuführen. Die sorgsam vorgenommenen Erhebungen brachten aber mehr als nur das gewünschte Datenmaterial; sie vermittelten auch den für den weiteren zügigen Verlauf des Projektes wichtigen direkten Kontakt zur angesprochenen Bevölkerung.

Von den Ergebnissen ist zu erwähnen, dass mehr als 80% der gesamten Wärmeleistung im Planungsgebiet (ohne Industrie) heute mit Öl erzeugt werden. Zwei Drittel der Ölf Feuerungen besitzen noch kombinierte Kessel für Heizwärme- und Warmwassererzeugung. Da viele davon zweifach bis dreifach überdimensioniert sind, sind Jahresnutzungsgrade unterhalb 70% keine Seltenheit.

Auch die Industrie verwendet mehrheitlich Heizöl. Im Bereich der stark vertretenen Holzindustrie wird in grösseren Mengen auch Abfallholz und Holzstaub verbrannt. Für die Auslegung der Verteilnetze

wurden eher vorsichtige Massstäbe angesetzt. Für die ersten drei Bauetappen des Verteilnetzes wurde eine Anschlusswilligkeit zwischen 65 und 85% angenommen, bezogen auf die bereits heute mit einer Zentralheizung ausgestatteten Häuser. Rund 900 bis 1000 Anschlüsse sind in dieser Phase vorgesehen. Für den zukünftigen Ausbau liegen die Annahmen betreffend die Anschlusswilligkeit zwischen 70 und 90%, verbunden mit einer Ausdehnung auf 1300 bis 1500 Anschlüsse.

2.3 Technisches Konzept

Die Entnahme von Anzapfdampf erfolgt aus Gründen optimaler Versorgungssicherheit aus zwei der insgesamt vier Turbinen des Doppelwerkes Beznau I und II, welche vorteilhafterweise in einem gemeinsamen Maschinenhaus installiert sind.

Jede der beiden Turbinen ist je einem Druckwasserreaktor mit 1130 Megawatt Wärmeleistung zugeordnet.

Die Stelle der Anzapfung liegt in der Überströmleitung vom Hochdruckteil zum Niederdruckteil, vor dem Dampfeintritt in den Wasserabscheider/Zwischenüberhitzer (Abb. 2).

Die Heizdampfanzapfung erfolgt bei voller Kraftwerksleistung von 350 MW_{el} (netto) pro Block mit

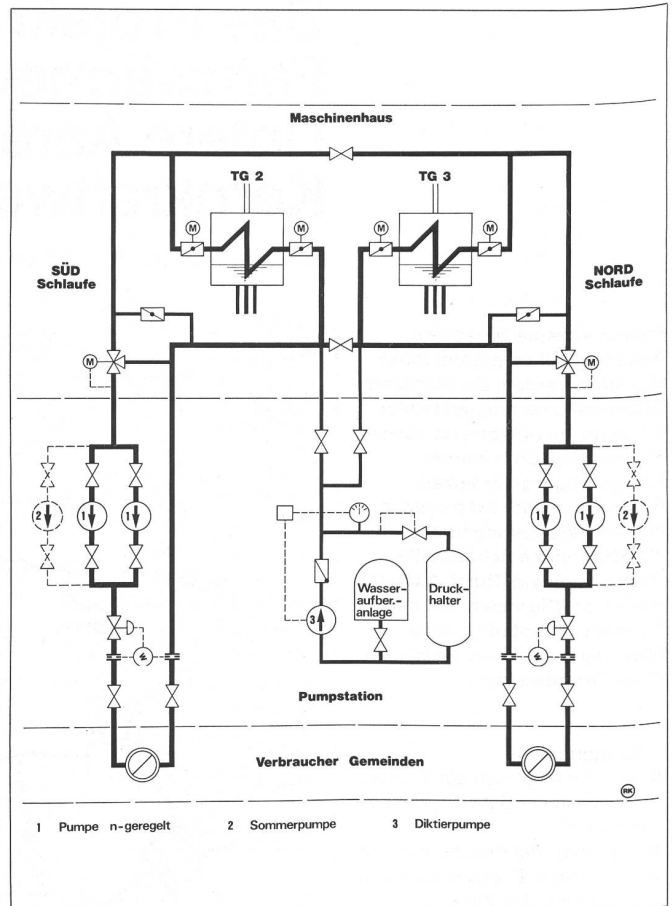


Abb. 3. Heizwasserkreislauf mit zentraler Pumpstation.

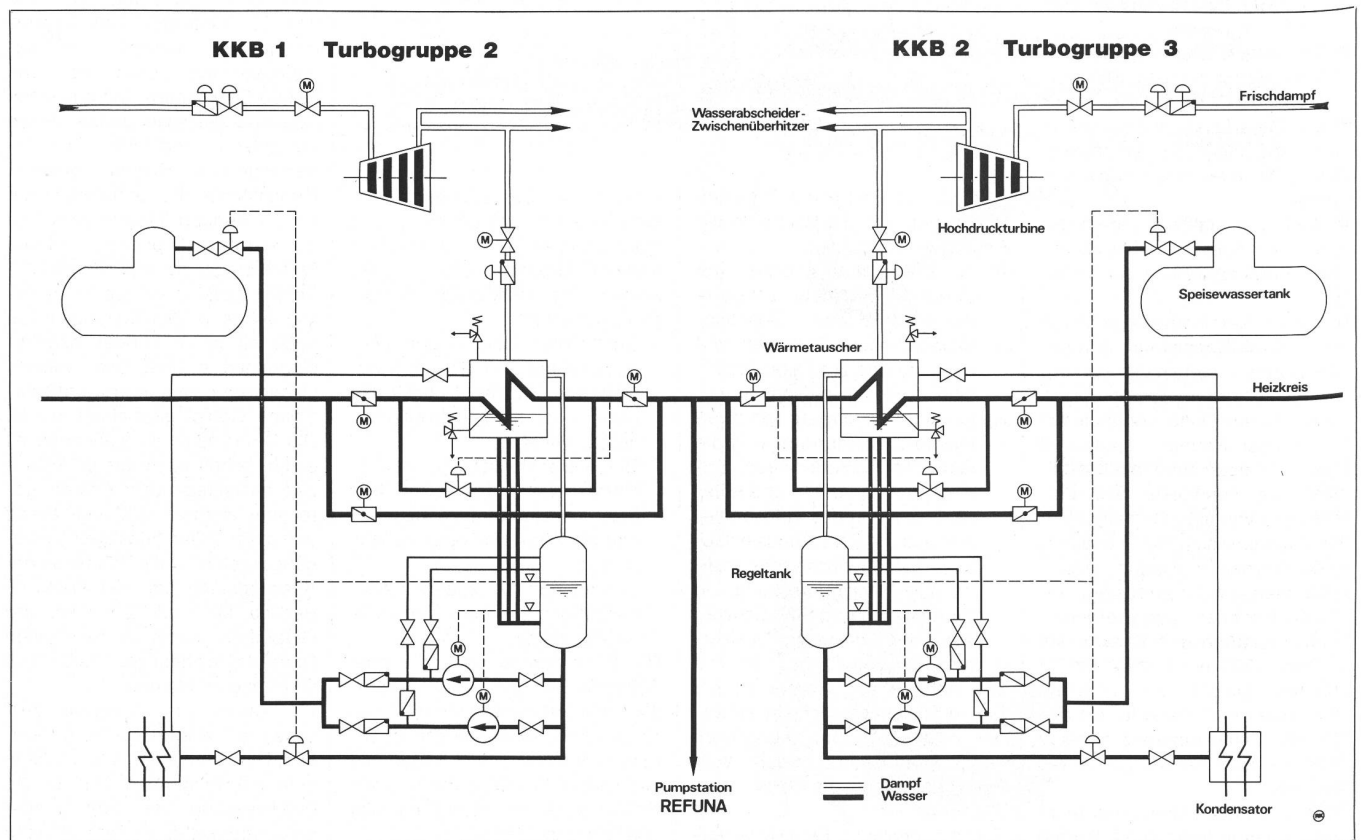


Abb. 2. Wärmeauskoppelung Turbogruppen 2 und 3.

einem Zustand von 129°C und 1,8 bar aus einer einzigen der jeweils doppelt angeordneten Überströmleitungen.

Jeder Anzapfleitung ist ein Wärmetauscher zugeordnet, an dessen Heizflächen das Heizwasser des Refuna-Kreislaufes auf rund 120°C aufgeheizt wird.

Das Heizwasser beider Wärmetauscher gelangt in eine zentrale Pumpstation im Maschinenhauskeller und wird von dort in den nördlichen und in den südlichen Versorgungsbereich gepumpt (Abb. 3). Bei der derzeit vorgesehenen maximalen Wärmeauskoppelung von 52 Megawatt beträgt der elektrische Leistungsausfall an den beiden Turbogruppen zusammen rund 8,5 Megawatt oder knapp 1,2% der Kraftwerksleistung.

Die Wärmetransportleistungen vom Kernkraftwerk Beznau zu den in jeder Gemeinde vorgesehenen Wärmeübergabestellen bestehen aus vorisolierten, direkt in den Boden verlegten Stahlrohren mit Nennweite (NW) 300 in der Nähe der Wärmequelle Beznau und NW 250 bis NW 100 im übrigen Hauptnetz. Vorlauf- und Rücklaufleitung werden gemeinsam verlegt. Die Länge beträgt rund 19 Kilometer Doppelleitung.

Die Trasseeführung des Hauptnetzes wurde in Absprache mit den zuständigen Gemeinden entworfen. Die Vorgabe des Nenndruckes ND 16 erfordert neben der zentralen Pumpstation im Maschinenhaus des Kernkraftwerkes noch zwei Druckerhöhungsstationen in der längeren Südschleife des Hauptnetzes. Die Wärmeübergabe an die Feinverteilnetze in den Gemeinden erfolgt nach den Vorgaben des Vorprojektes mittels Wärmetauscher. Dadurch ist das Ortsnetz hydraulisch vom Refuna-Netz getrennt. Jeweils von den Wärmetauschern ausgehend wollen die Gemeinden ihr eigenes Netz betreiben.

Die Durcharbeitung des Vorprojektes liess jedoch erkennen, dass – auch unter Beibehaltung der Gemeindeinteressen in bezug auf die Wärmeverrechnung – auf die Wärmetauscher an den Übergabestellen verzichtet werden kann und die meisten Gemeinden dem Wegfall der Wärmetauscher auch zustimmen werden. Dies bringt einige Vereinfachungen in technischer Sicht und bei den Errichtungskosten.

Das Hauptnetz wird mit gleitender Vorlauftemperatur betrieben (Abb. 4). In Teilbereichen werden die Umwälzpumpen mit konstanter Menge gefahren. Die Wärmeverluste im Hauptnetz liegen bei voller

Auslastung im Durchschnitt bei rund 7%.

Das Gemeindefeld beginnt jeweils an der Wärmeübergabestation. Diese besteht aus den Umwälzpumpen (entsprechend der Projektvorgabe), der Wärmemesseneinrichtung und den Absperrungen. Über ein Verteilsystem und Hausanschlussleitungen wird die Wärme an die Endverbraucher geliefert.

Für die Ausführung werden wie im Hauptnetz direkt erdverlegte Rohrleitungen verwendet. Ihre Länge liegt mit den vorgeschlagenen drei Ausbautappen derzeit zusammen bei 32 Kilometern Doppelleitung. Die in den einzelnen Verteilnetzen enthaltenen geodätischen Höhenunterschiede liegen maximal bei 50 Meter.

Ab dem Verteilnetz werden die Hausanschlüsse mit Stichleitungen hergestellt.

Der Betrieb der Verteilnetze erfolgt wie jener des Hauptnetzes mit gleitender Vorlauftemperatur (Abb. 5).

Der Anschluss der Fernwärme an die bestehende Hausanlage erfolgt indirekt über Wärmetauscher. Die Hausstation dient als Bindeglied zwischen dem Fernwärmenetz und der Hausanlage. Sie umfasst die Fernwärmeübergabestation und die Hauszentrale. Zudem wird hier die Wärmemessung vorgenommen (Abb. 6).

Die Fernwärmeübergabestation umfasst diejenigen Apparate, die eine Wärmelieferung zu den vertraglichen Bedingungen ermöglichen. Sie ist im Eigentum des Wärmelieferanten und wird durch ihn zu seinen Lasten erstellt.

Die Hauszentrale gehört nach den Vorstellungen des Vorprojektes dem Hausbesitzer. Sie wird auf dessen Kosten erstellt.

Die technischen Anforderungen an die Hausstation werden in den Technischen Anschlussbedingungen des Wärmelieferanten festgelegt.

3. Wärmekosten

Der Preis für die Fernwärme wird im wesentlichen von den Kapitalkosten für die getätigten Investitionen und von den Ersatzkosten für die durch die Wärmeentnahme im Kernkraftwerk niedrigere Stromproduktion bestimmt. Der Stromausfall liegt bei voller Wärmeleistung im Refuna-Netz bei etwa 30 Millionen Kilowattstunden pro Jahr. Die Höhe der Ersatzkosten wurde von den NOK bereits festgelegt und an die Refuna bekanntgegeben. Aufgrund einer vorausberechneten jährlichen Verteilung des Wärmebezuges aus dem

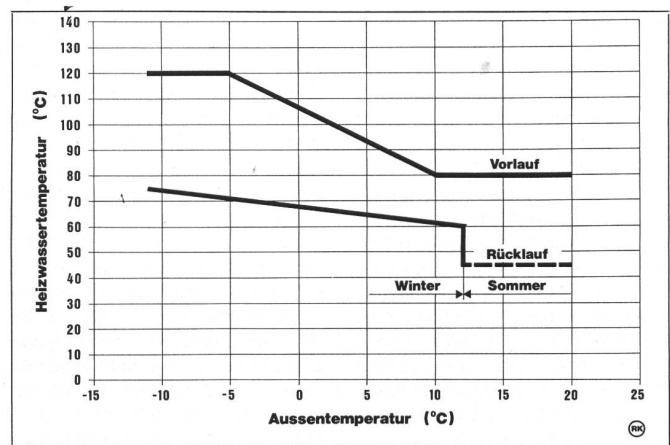


Abb. 4. Temperaturverlauf im Refuna-Hauptnetz.

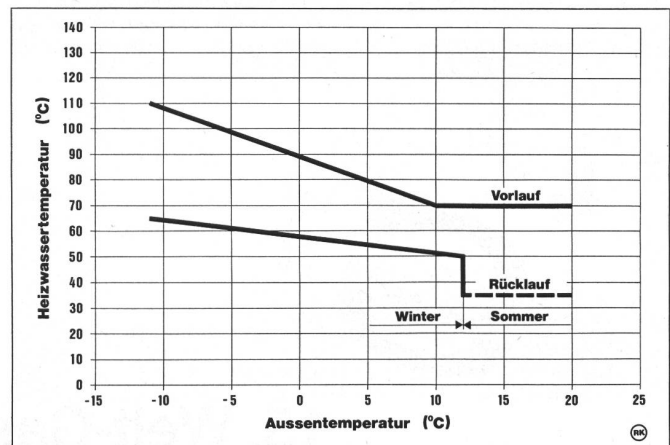


Abb. 5. Temperaturverlauf im Gemeindeverteilnetz.

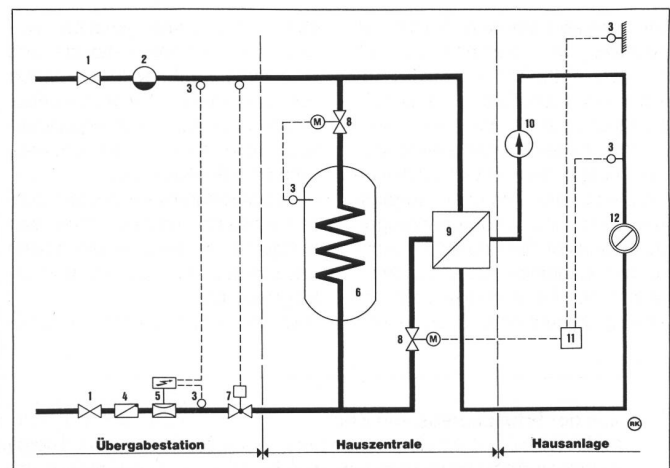


Abb. 6. Hausstation. 1 Absperrung, 2 Schmutzfänger, 3 Temperaturfühler, 4 Rückschlagklappe, 5 Wärmemessfühler, 6 Warmwasserboiler, 7 Mengenbegrenzer mit Differenzdruckregelung, 8 Motor-Durchgangsventil, 9 Umformer, 10 Umwälzpumpe, 11 Regler, 12 Verbraucher

Kernkraftwerk ergeben sich, entsprechend umgerechnet, rund 22 Franken pro Gigakalorie an der Auskoppelung. Die Stromersatzkosten sind für die ersten sechs Betriebsjahre der Wärmeversorgung fix und zugleich mit einem sehr wesentlichen Rabatt versehen. Mit diesem Schritt soll die Anschlusswilligkeit gefördert und

dadurch ein beschleunigter Aufbau der Ortsnetze erreicht werden. Zusammen mit einer vernünftigen Indexierung des künftigen Wärmeabgabepreises von Refuna ist leicht nachzuweisen, dass weitere Steigerungen des Ölpreises in den nächsten Jahren die Fernwärme nur noch günstiger machen können.

4. Ausblick

Das Vorprojekt hat die Durchführbarkeit des Projektes gezeigt. Der Reigen der Ausstellungen und der Orientierungsversammlungen als Vorbereitung für die kommenden Entscheide in den Gemeinden hat begonnen. Unter der Voraussetzung einer ausreichenden Anschlusswilligkeit – daran besteht aufgrund der bisherigen Erhebungen kein Zweifel – und mit einem raschen Ausbau der Feinverteilung in den Gemeinden wird Refuna schon nach wenigen Jahren selbsttragend arbeiten können. Schon im Winter 1983/84 soll erste Wärme in Teilen des Refuna-Netzes fließen.

Hinsichtlich der Einhaltung der auf Preisbasis 1981 im Vorprojekt er-

mittelten Errichtungskosten von rund 60 Millionen Franken für das Hauptnetz und die ersten drei Etappen des Verteilnetzes bestehen berechnete Hoffnungen, da diese Arbeiten planmässig in eine Zeit mit etwas weniger günstiger Beschäftigungslage fallen dürften.

Die Kosten für die Umrüstung der bestehenden Hausanlagen bei den Wärmebezugern sollen, durch den gemeinsamen Einkauf der erforderlichen Apparate und Aufgabe spezieller Produktionsserien, ebenfalls im Rahmen der Zahlen des Vorprojektes gehalten werden. Um eine hohe Zahl von Sofortanschliessern zu erhalten, sind für diesen Interessentenkreis besondere Vergünstigungen bei der Anschlussgebühr vorgesehen. Eine

bei der Refuna sehr rasch einzurichtende Beratungsstelle soll jedem Anschlussinteressenten zur Verfügung stehen.

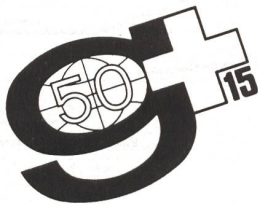
Der in die Kostenermittlung eingesetzte Wärmeabsatz ist unter diesen Aspekten realistisch und wird zu halten sein, um so mehr, als sich inzwischen weitere Grossbezüge angemeldet haben.

Das Projekt der Fernwärmeversorgung für das Untere Aaretal wird es ermöglichen, zahlreiche im Hinblick auf einen grossräumigen Ausbau der Fernwärme in der Schweiz noch bestehende Fragen an einer überschaubaren Anlage abzuklären.

Refuna bildet darüberhinaus auch Anlass für weitere Überlegungen, etwa für die einheimische Pflan-

zen- und Gemüseproduktion in Treibhäusern, für die Errichtung grosser Fischzuchtanlagen und für die Versorgung anderer mit Niedertemperatur arbeitender Wärmeverbraucher. Aufgrund der bisher erhaltenen Interessenbekundungen besteht die feste Überzeugung, dass das günstige und gesicherte Wärmeangebot nicht nur den Ausbau der bestehenden Produktionsanlagen begünstigen, sondern auch die Neuansiedlung wärmeintensiv arbeitender Betriebe in der Region nach sich ziehen wird.

Refuna ist ein konkreter Schritt, um die allseits erkannte einseitige Abhängigkeit vom Erdöl herabzusetzen und mittels Wärme-Kraft-Koppelung die eingesetzte Rohenergie besser zu nutzen.



15. Welt-Gaskongress Lausanne

Im Kongresszentrum Palais de Beaulieu in Lausanne ist am 18. Juni 1982 der 15. Welt-Gaskongress zu Ende gegangen. Fachleute der Gasindustrie aus aller Welt haben während einer Woche technische und wirtschaftliche Probleme der Energieversorgung diskutiert und ihre Erfahrungen ausgetauscht. So sind acht Berichte der ständigen Arbeitskommissionen der IGU (Internationale Gas Union) präsentiert und 66 techni-

sche Fachreferate gehalten worden. Dazu kamen nationale und internationale Referate bekannter Persönlichkeiten auf Regierungsebene oder aus dem Energiebereich über Aspekte der Energieprobleme der Gegenwart.

Eine ausgedehnte und vielbesuchte Fachausstellung begleitete den Kongress, an welcher die letzten gastechnischen Entwicklungen gezeigt wurden.

Nach satzungsgemässer dreijähri-

ger Amtszeit übergab der Präsident der Internationalen Gas Union – die gleichzeitig zum Kongress ihr 50-Jahr-Jubiläum feiern konnte – der Schweizer Eric Giorgis, dem bisherigen Vizepräsidenten, Dr.-Ing. E.h. Christoph A. Brecht, Vorstandsmitglied der Ruhrgas AG, Bundesrepublik Deutschland, für drei Jahre das Präsidiumszepter. Zum Vizepräsidenten der IGU für die gleiche Periode wurde der Amerikaner John Kean, Präsident

der National Utilities Corporation, gewählt. Dr. Brecht, der als Ingenieur vor allem die Forschung, die Gastechnik und die Weiterentwicklung der Gasgeräte fördern will, verband seinen Dank für die Leistungen seines Vorgängers als Präsident und der schweizerischen Gasindustrie als Organisatorin des Weltkongresses mit der Einladung zum nächsten, 16. Welt-Gaskongress, der vom 24. bis 28. Juni 1985 in München stattfinden wird.

Aus der Präsidialrede von Eric A. Giorgis

In seiner Ansprache anlässlich der Eröffnung des 15. Welt-Gaskongresses erinnerte Eric A. Giorgis, Präsident der Internationalen Gas Union, an die Wichtigkeit des Kongresses. Eine besondere Bedeutung erhält er dadurch, dass die IGU gleichzeitig ihr 50-Jahr-Jubiläum feiert. Vor 50 Jahren nämlich hatten neun Staaten aus Europa und Amerika sich zuerst in Paris und dann in London versammelt, um die Internationale Gas Union ins Leben zu rufen.

Der Vorausblick der Gründer verdient Erwähnung, denn seinerzeit war der internationale Meinungsaustausch im industriellen Sektor eher selten, und in jedem Fall liess

nichts die weltweite ausserordentliche Entwicklung der Energie Gas voraussehen, die in den fünfzig Jahren mit der Einführung des Erdgases begann.

Heute umfasst die IGU 41 Länder aus fünf Kontinenten, welche mehr als 95% der Produktion und des Verbrauches an Gas in der ganzen Welt repräsentieren. Die Mitgliedsländer der IGU beschäftigen mehr als 1,5 Millionen Mitarbeiter, versorgen 350 Millionen Verbraucher und setzen jährlich annähernd 400 Milliarden US-Dollar um.

Die statistischen Ziele der IGU betreffen die Untersuchung sämtlicher Probleme der Gasindustrie auf der ganzen Welt, um den Fortschritt sowohl in technischer als in wirtschaftlicher Hinsicht zu fördern.

Zu diesem Zweck studiert die IGU sämtliche Probleme, die ihr nützlich erscheinen, erleichtert den Informationsaustausch unter ihren Mitgliedern wie auch mit andern internationalen Organisationen, die sich mit Energieproblemen befassen, und sie organisiert nicht zuletzt alle drei Jahre den Welt-Gaskongress im Lande ihres Präsidenten.

Der 15. Welt-Gaskongress repräsentiert den Stand der Technik in sämtlichen Sektoren der Gasindustrie, von der Prospektion und Förderung über den Transport bis zur Verteilung, über die Lagerung, die Gasanwendung in Haushalt, Industrie und Gewerbe bis zu Sicherheitsfragen, von Umwelt- und Energiesparfragen bis zur beruflichen Ausbildung.