

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 99 (1981)
Heft: 20: SIA, Heft 3

Artikel: Das Projekt TRANSWAAL: Stand der Arbeiten 1981
Autor: Zumbühl, Hans
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-74493>

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: 09.07.2025

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

Das Projekt TRANSWAAL

Stand der Arbeiten 1981

Von Hans Zumbühl, Baden

Das Projekt *TRANSWAAL* hat nichts mit Südafrika zu tun. Der Name ist eine Kurzbezeichnung: *TRANS*portieren von Wärme *AARE*-Limmattal. Im Frühling 1975 begann eine Studiengruppe mit den Arbeiten, die zum Ziele hatten, ein verhältnismässig grossräumiges, nicht vorwiegend städtisches Gebiet auf seine Eignung für eine Fernwärmeversorgung zu prüfen.

Wärmeerzeugung

Die Studie basiert auf der Grundlage, dass der überwiegende Teil des Wärmebedarfs durch die *Kernkraftwerke* (KKW) *Beznau I* und *II* gedeckt werden soll. In den beiden Druckwasserreaktoren dieses Wärmekraftwerkes wird Wasser erhitzt und anschliessend Dampf erzeugt, der in bekannter Weise Turbogruppen treibt, die dann Strom abgeben. Die im Kondensator anfallende Wärme wird heute in vollem Umfang mittels Durchlaufkühlung an die Aare abgegeben.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, um einem Dampfkraftwerk Wärme zu entnehmen. Es kann dem *Kreislauf direkt Dampf entzogen* und zum Wärmeverbraucher transportiert werden. Als Wärmetransportmedium für ein Fernheiznetz wird heute jedoch meistens Wasser verwendet.

Beim Projekt Transwaal ist beabsichtigt, *Anzapfdampf* aus der Überströmleitung zwischen dem Hoch- und Niederdruckzylinder der Dampfturbine zu entnehmen. Da die Temperatur in der Überströmleitung der bestehenden

Dampfturbinen nur 115 °C beträgt, ist vorgesehen, das Heizwasser mit *Frischdampf* auf die gewünschte Temperatur zu bringen. Der Dampf gibt seine Wärme in einem Heizkondensator an das Wasser ab.

Durch den Entzug von Dampf wird die *elektrische Leistung des KKW vermindert*. Im Jahresmittel muss mit einem Ausfall von etwa 70 MW oder etwa 10% der jährlichen Produktion von elektrischer Energie gerechnet werden. Dafür werden *etwa 280 MW mittlere Jahreswärmeleistung für Fernheizzwecke* ausgenutzt. Die an das Aarewasser abgegebene Abwärme vermindert sich bei Höchstlast von jetzt 1450 MW auf 1070 MW. Durch eine solche kombinierte Erzeugung von elektrischer Energie und Wärme *erhöht sich der Wirkungsgrad des KKW* (Bild 1).

Bei der *«kalten» Fernwärme* tritt im KKW kein Verlust an elektrischer Energie auf. Dafür wird elektrische Energie für den Antrieb von Wasserpumpen und vor allem für den Antrieb der Wärmepumpen benötigt, um das dem Kühlturm entnommene Wasser auf eine zum Heizen brauchbare Temperatur zu bringen.

Die Wärme aus zwei in der Region arbeitenden *Kehrichtverbrennungsanlagen* (KVA) soll ebenfalls genutzt werden. Zur Deckung von Verbrauchsspitzen und als Reserveanlagen sind zusätzliche *Heizwerke* (HW) vorgesehen. *Provisorische, mobile Heizzentralen* werden in den ersten Ausbaujahren zur Anwendung kommen, um in Teilen der Ortsnetze die Abnehmer rasch mit Wärme versorgen zu können.

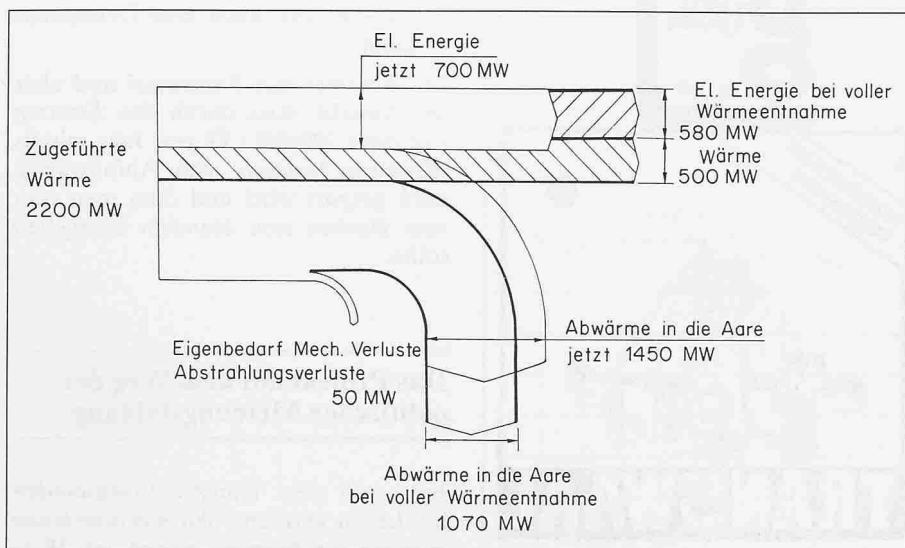


Bild 1. Transwaal. Energieflussdiagramm KKW-Beznau

Wärmetransport und Wärmeverteilung

Es ist vorgesehen, die dichter überbauten Zonen von 15 städtischen und halb-städtischen Gemeinden in den Kantonen *Aargau* und *Zürich* mit insgesamt 110 000 Einwohnern und starker Industrialisierung mit Wärme zu versorgen (Bild 2).

Das mit Wärme zu versorgende Gebiet kann noch ausgedehnt werden. Als weiterer Wärmelieferant ist allenfalls auch das *Kernkraftwerk Leibstadt* vorgesehen. Bei dieser im Bau stehenden Anlage sind die erforderlichen Massnahmen für eine Wärmeentnahme zur möglichen Einspeisung in die Transportleitung von Transwaal getroffen. Leibstadt liegt ungefähr 8 km von Beznau entfernt.

Als Wärmeträger wird mittels einer Transportleitung (*«Wärmeschiene»*), bestehend aus einer *Vorlauf-* und einer *Rücklaufleitung*, Heisswasser von den Wärmequellen zu den Gemeinden gepumpt und nach Wärmeabgabe an das Ortsnetz den Wärmequellen zum erneuten Aufheizen wieder zugeführt. Die *Ortsnetze* sind für 120 °C Vorlauf- und 60 °C Rücklauftemperatur vorgesehen. Es ist jedoch auch eine tiefere Vorlauftemperatur möglich. Die einzelnen Ortsnetze geben ihre Wärme über Hausstationen an die Verbraucher ab. Der *Wärmeverlust der Ortsnetze* wurde mit etwa 10% der jährlich verkauften Wärmemenge angenommen.

Wirtschaftlichkeit

Der Studie wurde eine Ausbauphase von 20 Jahren zugrunde gelegt. Folgende *Investitionskosten* wurden ermittelt:

Transportleitung	Fr. 183 Mio
Heizwerke und provisorische	
Heizungen	Fr. 47 Mio
Pump- und Übergangsstationen	Fr. 40 Mio
Ortsnetze	Fr. 260 Mio

Total Investitionskosten (Preisstand 1978) Fr. 530 Mio

Die Investitionskosten bilden die Grundlage der Kapitalkosten. Die *Betriebskosten* setzen sich aus Wärmekosten, Personalkosten, Wartungskosten, Kosten für elektrische Energie usw. zusammen. Den Einnahmen wurde entsprechend der Praxis in Fernwärmeversorgungen, ein dreigliedriger Tarif, bestehend aus einer einmaligen *Anschlussgebühr*, einem *Grundpreis* und einem verbrauchsabhängigen *Arbeitspreis*, zugrunde gelegt.

Aufgrund der ermittelten Kosten sowie der zu erwartenden Einnahmen kann die Wirtschaftlichkeit des Projektes

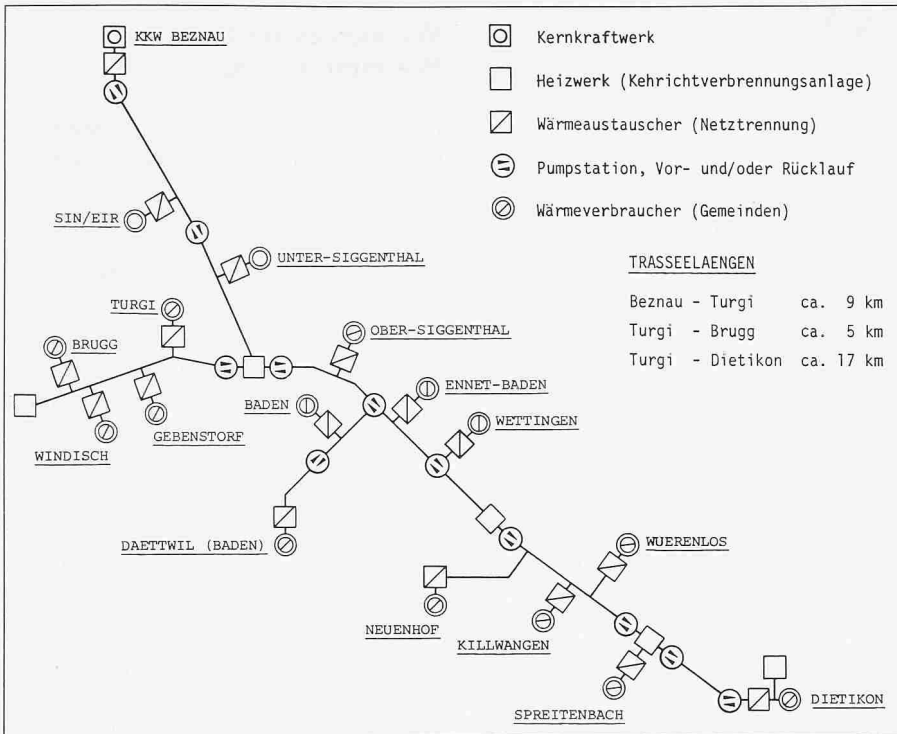


Bild 2. Transwaal. Wärmeproduktion, Wärmeverteilung

beurteilt werden. Als Massstab wird der *interne Zinssatz* benützt, der angibt, wie hoch das investierte Kapital verzinst werden kann, wenn sämtliche Ausgaben durch die Einnahmen gerade gedeckt sind. Ein *positiver Zinssatz* bedeutet, dass während der Lebensdauer des Projektes sowohl alle Brennstoff-, Betriebs- und Unterhaltskosten bezahlt, als auch die Investitionen abgeschrieben und das eingesetzte Kapital zu diesem Satz verzinst werden können.

Den entsprechenden Berechnungen wurde eine Zeitperiode von 40 Jahren und ein Ölpreis von Fr. 35.-/100 kg (1978) zugrunde gelegt. Sie ergaben die folgenden Werte:

Jährliche			
Ölpreissteigerung	0 %	1 %	2 %
Interner Zinssatz	5,6%	9,1%	12,1%

Was bedeuten diese Resultate bezüglich der *Wirtschaftlichkeit*? Bei stabilem Ölpreis von Fr. 35.-/100 kg während 40 Jahren und einer Verzinsung des investierten Kapitals von 5,6% würde sich nach 40 Jahren gerade eine ausgeglichene Rechnung ergeben. Können nun die entsprechenden finanziellen Mittel während dieser Zeit zu einem tieferen Zinssatz als 5,6% beschafft werden, dann handelt es sich um eine lohnende Investition. Eine Erhöhung des Ölpreises wie auch eine Verkürzung der Bauzeit wirken sich auf die Bonität des Werkes günstig aus. Aufgrund der heute gültigen Ölpreise handelt es sich bei dem Projekt Transwaal um eine *sehr günstige Investition*, auch wenn dem Verbraucher die Wärme zu besseren Bedingungen abgegeben wird, als wenn er sie mit Öl erzeugen muss.

Bei Investitionskosten von 530 Mio Fr. wurde ein Finanzbedarf von etwa 260 Mio Fr. ermittelt, der innerhalb der Ausbauzeit von 20 Jahren aufgebracht werden muss.

Die Gegner des Projektes

Die Gegner rekrutieren sich im wesentlichen aus Kreisen der Kernkraftgegner, der Gegner der Grosstechnologie bzw. Befürworter der sanften Technologien.

Die «Erklärung von Bern», Regionalgruppe Baden, verteilte im Januar 1979

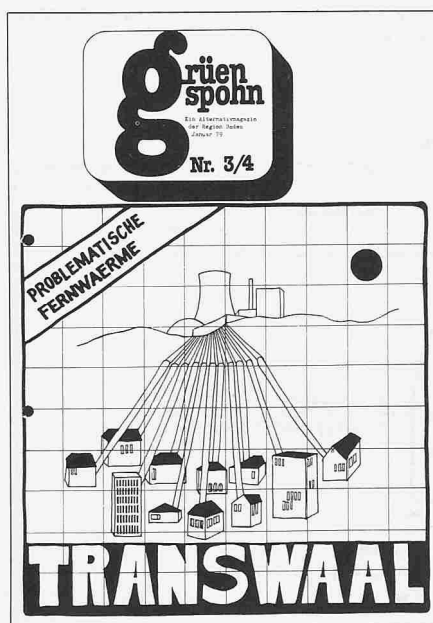


Bild 3. Titelblatt einer gegnerischen Schrift

eine 16seitige Schrift an sämtliche Gemeinde-, Kantons- und Bundespolitiker in der Region. Welche Argumente gegen Transwaal wurden darin vorgebracht?

- Der Transwaal-Bericht ist keine neutrale Studie, sondern eine Werbeschrift, hinter der klare Verkaufsinteressen stecken.
- Die Wirtschaftlichkeitsrechnung des Transwaal-Projektes hängt völlig in der Luft und wird darum in ein gefährliches Finanzabenteuer führen.
- Mit Transwaal werden langfristig bindende Entscheide gefällt und schwer korrigierbare Sachzwänge geschaffen.
- Dermassen gigantische Fernwärmesysteme wie Transwaal weisen einen schlechten Wirkungsgrad auf. Es sind veraltete Systeme.
- Transwaal hat sehr wenig mit Abwärmenutzung zu tun.
- Transwaal hat noch weniger mit Umweltschutz zu tun.
- In einer gemischtwirtschaftlichen Transwaal AG werden die Gemeinden als Propagandainstrument und Risikoträger missbraucht.
- Transwaal wälzt die Energiesparanstrengungen nieder.
- usw.

Verschiedene kontradiktorische Versammlungen boten Gelegenheit, sich mit den Fragen von Gegnern verschiedener Couleur auseinanderzusetzen.

Als Alternative zu Transwaal schlagen dessen Gegner folgende Möglichkeiten vor:

Moderne Energieversorgungstechniken, wie holz- oder biogasbetriebene Blockheizkraftwerke, Hybrid-Sonnenkollektoren, moderne Holzfeuerungen, Blockheizungen, Verbundsysteme mit Sonnenenergie, dezentralisierte Wärme-Kraft Koppelungseinheiten, vermehrte Isolation, Wärmepumpen, Sparen usw.

Vor allem wird auch eine Denkpause verlangt.

Die *Förderer von Transwaal* sind aber der Ansicht, dass durch das Ersetzen von etwa 200 000 t Öl pro Jahr mittels teilweiser Nutzung von Abfallwärme *auch gespart* wird und dass man nun *vom Denken zum Handeln* übergehen sollte.

Das Projekt auf dem Weg der politischen Meinungsbildung

Eine von den Transwaal-Gemeinden ins Leben gerufene *Wärmekommission* hat sich zur Aufgabe gesetzt, ein Wärmeversorgungskonzept Aare-Limmat-

tal auszuarbeiten und aufzuzeigen, wie die Region im Jahre 2000 in optimaler Art und Weise mit Wärme versorgt werden könnte. Die Studie hat zu beurteilen, welche Anteile des Wärmebedarfs sinnvollerweise über Leitungssysteme verteilt, wie bisher dezentral erzeugt oder aus alternativen Quellen (z. B. Sonnenenergie, Umgebungswärme, Erdwärme usw.) stammen könnten. Es ist vorgesehen, vier verschiedene Lösungen darzustellen, bei denen je eines der vier Versorgungssysteme Plenar, Transwaal, alternative oder konventionelle Versorgung schwergewichtig zum Einsatz gelangen.

Die Planungsgruppe Region Baden-Wettingen hat der Firma Basler & Hofmann, Ingenieure und Planer AG, in Zürich den Auftrag zur Bearbeitung der ersten beiden Arbeitsschritte erteilt. Die Erarbeitung dieses Konzeptes benötigt 2 bis 3 Jahre. Verschiedene Gemeinden in der unmittelbaren Nachbarschaft des KKW Beznau wünschen jedoch eine schnellere Gangart: Taten, nicht neue Studien.

Eine Transwaal-Pilotanlage

Die Dringlichkeit *rascher konkreter Massnahmen* zur Verringerung der allzugrossen Erdölabhängigkeit liess in der nahen Umgebung des KKW Beznau den Gedanken an eine regionale Fernwärmeversorgung für das untere Aaretal reifen. Das mit REFUNA (Regionale Fernwärmeversorgung Unteres Aaretal) bezeichnete System soll aber nicht nur als Demonstrationsanlage, sondern als bleibende Anlage dienen. Mit Refuna soll auch das Projekt Transwaal nicht konkurrenziert, sondern in sinnvoller Weise ergänzt werden.

In den Gemeinden Klingnau, Döttlingen und Kleindöttlingen im Norden des KKW sowie in den Gemeinden Villigen, Rüfenach, Stilli und Würenlingen im Süden des KKW sollen verschiedene Gewerbe- und Industriebetriebe, die beiden Bundesinstitute Eidg. Reaktorforschungsinstitut (EIR) und Schweiz.

Institut für Nuklearforschung (SIN) sowie öffentliche und private Liegenschaften mit Wärme versorgt werden. Als Wärmelieferant ist das KKW Beznau vorgesehen. Die bestehenden Heizwerke des EIR und der Firma Novopan sollen als Reserve- und Spitzenlastzentralen dienen (Bild 4).

Eine Frage von vorrangiger Bedeutung ist die, wer das *unternehmerische Risiko* von Refuna tragen soll. Hier stehen zwei Möglichkeiten im Vordergrund.

Refuna übernimmt die Wärme bei den Wärmeproduzenten und verteilt sie mittels Heisswasser als Transportmedium zu den einzelnen Gemeinden bzw. Grossbezüglern. Bei einem festgelegten Wärmepreis an den Übergabestellen übernimmt die *Gemeinde* das Risiko der Feinverteilung auf ihrem Gemeindegebiet. Die Gemeinde muss demnach ein Feinverteilungsnetz erstellen. Sie hat es in der Hand, durch geschickte Abgrenzung des Versorgungsgebietes die Wirtschaftlichkeit ihrer lokalen Fernwärmeversorgung zu beeinflussen. Sie übernimmt damit das unternehmerische Risiko, erhält aber auch die Möglichkeit, dass ihre lokale Fernwärmeversorgung nach einer gewissen Anlaufzeit Überschüsse abwirft.

Während grössere Gemeinden für die verschiedenen Aufgaben der Versorgung und Entsorgung gemeindeeigene Institutionen besitzen, fehlen solche in *kleinen Gemeinden*. Sie sind daran interessiert, solche Aufgaben zu *delegieren*. Es ist deshalb gut denkbar, dass Refuna die Wärme bis zum Endverbraucher liefert. Das heisst, Refuna muss nicht nur ein regionales Heisswasser-Verteilnetz, sondern auch die lokalen Feinverteilungsnetze bauen. Die Gemeinde muss Refuna eine Alleinkonzession für die Wärmeversorgung mittels Fernwärme für ihr Gemeindegebiet erteilen. Da in diesem Fall das unternehmerische Risiko bei Refuna liegt, muss sie sich vorbehalten, die netzgebundene Wärmeverteilung nur in jenen Gebieten vorzunehmen, wo eine solche Versorgung wirtschaftlich ist. Zwischen jeder Gemeinde und Refuna müssen die Bedingungen der Wärmelieferung und der Einflussnahme durch die Gemeinde



Bild 4. Verteilnetz der Regionalen Fernwärmeversorgung Unteres Aaretal (REFUNA)

in einem bilateralen Vertrag geregelt werden. Ihre Mitsprache bei Refuna kann sich die Gemeinde sichern, indem sie sich an der Gesellschaft finanziell beteiligt.

Es ist möglich, beide dargestellten Lösungen *nebeneinander* anzuwenden.

Die Schaffung aller für die Wärmeversorgung notwendigen technischen Einrichtungen, wie Zapfstellen im Kraftwerk, Fernleitungen, Feinverteilungen, Pumpstationen u. ä. bietet keine besonderen Probleme. Es handelt sich um eine *bekannte und bewährte Technik*. Die organisatorischen und rechtlichen Fragen und vor allem die Finanzierung eines solch grossen Vorhabens bieten noch eine Fülle von zu lösenden Aufgaben. Gegenwärtig ist die Meinungsbildung in der Region in vollem Gange. Das Interesse für Refuna ist bei den angesprochenen Gemeinden, bei den potentiellen Grossbezüglern und auch bei weiteren Interessenten gross. Es ist das erklärte Ziel der Förderer von Refuna, im Winter 1983/84 mit Wärmelieferungen zu beginnen und bald 20 000 bis 25 000 Tonnen Öl pro Jahr zu ersetzen.

Adresse des Verfassers: Dr. H. Zumbühl, Städt. Werke Baden, 5400 Baden