

# Wärmeverbund Olten - WVO

Autor(en): **Stooss, W.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **39 (1982)**

Heft 7-8

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-782922>

## **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.

# Wärmeverbund Olten – WVO

W. Stooss, Von Roll AG, Gerlafingen; M. J. Klaentschi, Aare-Tessin AG für Elektrizität, Olten

## 1. Ausgangslage

Die Region Olten-Aarau verfügt mit dem KKG zurzeit über die grösste Niedertemperatur-Wärmequelle der Schweiz. Die Abwärme wird über einen Nasskühlturm vollständig an die Umgebung abgegeben. Das Potential beträgt rund 2000 MW thermisch, fällt im Mittel mit 35°C an und lässt sich leider nicht direkt nutzen. Eine Nutzung solcher riesiger Wärmequellen ist jedoch energetisch sinnvoll und im Hinblick auf die Substitution von Erdöl volkswirtschaftlich erstrebenswert. Ihre Verwendung im Bereich der Raumheizung und Warmwasserbereitung ist von Bedeutung. Da es sich um eine Anwendung auf relativ geringem Temperaturniveau handelt, stehen prinzipiell zwei Möglichkeiten offen:

- Das System der kalten Fernwärme mit der indirekten Nutzung über eine Wärmepumpe.
- Das System der konventionellen Fernwärme mit Wärmeaustauscher beim Verbraucher.

Während das System der konventionellen Fernwärme hinlänglich bekannt ist, wurde das System der kalten Fernwärme noch nie im

grossen Stil angewendet.

Die Tendenz zu niedrigen Heiztemperaturen, das Vorhandensein riesiger Abwärmemengen sowie die technische Möglichkeit des Einsatzes der Wärmepumpe machen es nötig, dieses System genauer zu untersuchen. Diese Art der Abwärmenutzung wird als Niedertemperaturkonzept bezeichnet. Es wurde im Bericht «Plenar Wärmeverbund Olten» vom August 1979 vorgeschlagen und vom Konsortium «Wärmeverbund Olten» zur Weiterbearbeitung übernommen.

Das Konsortium Wärmeverbund Olten, in welchem der Bund, der Kanton Solothurn, die Stadt Olten, die Aare-Tessin AG für Elektrizität, die Kernkraftwerk Gösigen-Däniken AG und die Von Roll AG vertreten sind, hat sich zum Ziel gesetzt, die nötigen Schritte im Hinblick auf die Realisierung dieses neuen technischen Konzeptes einzuleiten. In einem ersten Schritt wurde eine Pilotanlage in Olten ausführungsfähig geplant. Die Pilotanlage ist so ausgelegt, dass sie als erste Etappe für einen späteren Ausbau der Wärmeversorgung der

Stadt Olten sowie der umliegenden Region geeignet ist.

## 2. Das Projekt

### Grundgedanke

Ein Teil des bisher wegen seiner niedrigen Temperatur ungenutzten Kühlwassers des Kernkraftwerkes Gösigen-Däniken wird direkt übernommen und als «kalte» Fernwärme nach Olten transportiert. Erst beim Verbraucher geschieht die Veredelung in Wärmepumpenanlagen auf das für Heizung und Warmwasser nötige Temperaturniveau. Dies in dem Masse und zu der Zeit, wie die erhöhte Temperatur notwendig ist. Beim Verbraucher wird dem Kühlwasser ein Teil seiner Wärme entzogen und das nun abgekühlte, chemisch und physikalisch unveränderte Kühlwasser direkt in den Vorfluter zurückgegeben. Kläranlagen werden dadurch nicht belastet.

### Anschlussgebiet

Für die Grösse des Versorgungsgebietes gelten hauptsächlich wirtschaftliche Überlegungen. Die Kosten der Transportleitung sollen auf möglichst viele Abnehmer ver-

teilt werden, was die Wahl eines grossen Versorgungsgebietes nahe legt. Deshalb wurde ausser der Stadt Olten auch die Region Zofingen in die Dimensionierung einbezogen. Im Hinblick auf das Angebot der Wärmequelle könnten noch weitere Gebiete einbezogen werden, beispielsweise die Agglomeration Aarau.

Im Übersichtsplan der Region Olten (Abb. 1) ist die geplante Trassierung der Transportleitung vom Kernkraftwerk Gösigen nach Olten und in die Region Zofingen skizziert.

Vorläufiger Endpunkt der Transportleitung ist Olten, dessen Quartiere rechts der Aare schrittweise als erste erschlossen werden. In einer folgenden Etappe kann, nach dem Bau des geplanten Aaredükers, der Anschluss der Quartiere links der Aare erfolgen.

Der für die Pilotanlage ausgeschiedene Sektor I zeichnet sich durch hohe Wärmedichte, übersichtliche Eigentumsverhältnisse und günstige Ortsnetzstruktur aus. Zudem bestehen in diesem Gebiet eine beachtliche Anzahl älterer Gebäude, mit deren Sanierung in absehbarer Zeit gerechnet werden kann.

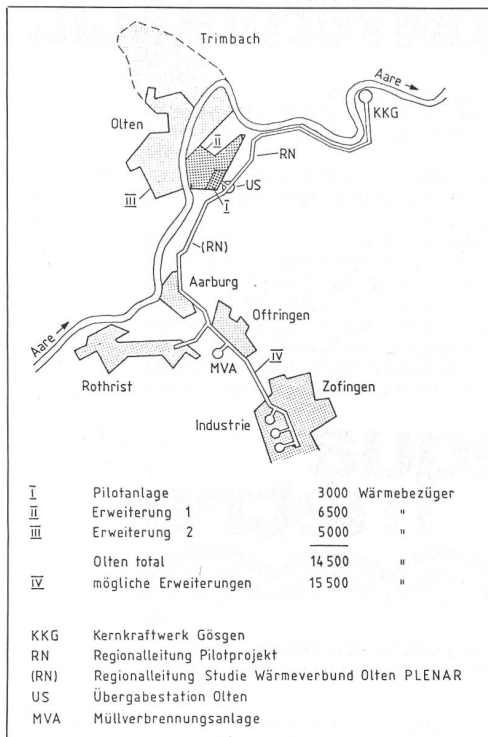


Abb. 1. Übersichtsplan der Region Olten.

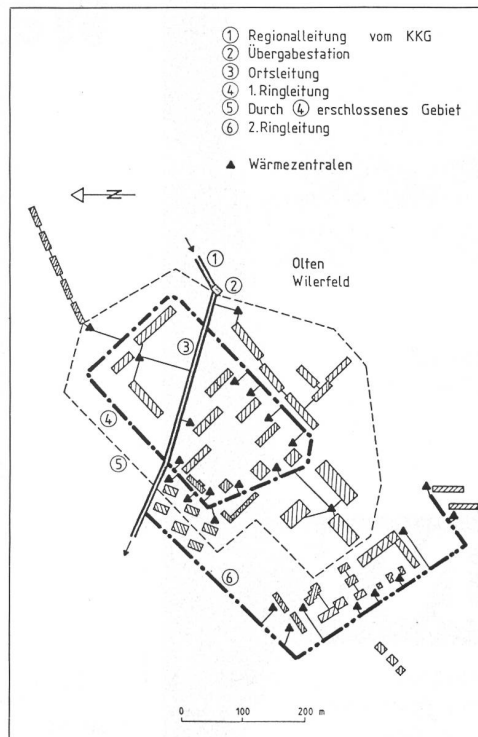


Abb. 2. Pilotanlage: Geplante Wärmezentralen.

### Wasserentnahme und Transport

Die Wasserentnahme erfolgt im Kernkraftwerk Gösigen-Däniken aus dem By-Pass des Kühlturmkreislaufes. Unter Ausnutzung der im Winter vorhandenen freien Kapazität der bestehenden Wasseraufbereitungsanlage werden im Maximum 0,3 m<sup>3</sup> Wasser pro Sekunde vom Wärmeverbund übernommen. Diese Wassermenge genügt zur Versorgung von rund 20000 Wärmebezügern\*, was etwa 70% der Wärmebezügler der Stadt Olten oder etwa 30% derjenigen der ganzen Region entspricht. Für die 3200 Wärmebezügler der Pilotanlage wird vorerst etwa ein Drittel dieser Wassermenge entnommen.

Über eine Pumpstation im Kernkraftwerk wird das mit rund 35°C anfallende Wasser in eine Transportleitung von 500 mm Durchmesser und etwa 6 km Länge nach Olten geführt, wo es in einer

\* Wärmebezügler: Summe der Einwohner + der Arbeitsplätze im 2. und 3. Sektor

Druckstation an die Ortsleitung Olten übergeben wird. Die niedrige Temperatur des transportierten Wassers erlaubt es, die schwach isolierte Leitung nach den Kriterien für Wasserleitungstechnologie und somit kostengünstig zu verlegen. Nach Austritt aus den Wärmezentralen der Pilotanlage wird das Wasser in den geplanten Meteorwasserkanal abgegeben und zur Aare geleitet.

#### Wärmezentralen

In der Wärmezentrale übernimmt die Wärmepumpe die Grundlast, die bestehende Wärmeanlage die Spitze, wobei die Grenzziehung nach technisch-wirtschaftlichen Kriterien erfolgt. Eine Reduktion der Heizungs-Vorlauftemperatur ist erwünscht, jedoch nicht Bedingung. Nach Möglichkeit werden mehrere Gebäude zu einer Wärmezentrale zusammengeschlossen, wenn dies technisch vernünftig ist und es die Eigentümerstruktur erlaubt. Durch die Bivalenz der Wärmezentrale, das heisst durch die Beibehaltung der bestehenden Wärmeanlage, kann die Versorgungssicherheit, zum Beispiel beim Ausfall der Wärmequelle während der jährlichen Revision des KKG, gewährleistet werden.

#### Wärmelieferkonzept

Um den unterschiedlichen Bedürfnissen der Verbraucher Rechnung zu tragen, werden dem Abnehmer zwei Typen von Wärmelieferung angeboten:

##### Typ 1:

Wärmelieferung. Hier ist die Wärmezentrale grundsätzlich Eigentum des Wärmeverbundes, welcher für die Errichtung, den Betrieb und den Unterhalt der Anlage verantwortlich ist. Es wird angestrebt, nach Möglichkeit mehrere Gebäudegruppen an eine gemeinsame Zentrale anzuschliessen.

##### Typ 2:

Wasserdienstleistung. Hier liefert der Wärmeverbund lediglich das Wasser. Erstellung und Betrieb der Wärmezentrale ist Sache des Wärmebezügers.

Die beiden Typen weisen unterschiedliche Tarife auf.

### 3. Ergebnisse

#### Technisch

Für die Pilotanlage wurde ein detailliertes Projekt mit Kostenrechnung ausgearbeitet. Als Grundlage für die Bedarfsermittlung hat man sämtliche Heizzentralen im Pilotgebiet erfasst und deren Verbrauch erhoben. Dabei musste man feststellen, dass die erhobenen Verbrauchswerte wesentlich tiefer liegen als die bis anhin angenommenen Planwerte. So beträgt

beispielsweise der spezifische Ölverbrauch pro Wärmebezüger 606 kg/a bzw. 690 MJ/m<sup>2</sup> und die Nutzenergiekennzahl 480 MJ/m<sup>2</sup>. Diese tiefen Verbrauchswerte haben einen wesentlichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit, muss doch für die Zukunft angenommen werden, dass sie noch weiter sinken. Im Pilotgebiet können 3200 Wärmebezüger angeschlossen werden. Sie werden über 25 Wärmezentralen versorgt, die alle entsprechend der vorhandenen Anlagen ausgelegt und projektiert wurden. Alle untersuchten Anlagen sind grundsätzlich an das geplante Wärmeverbundnetz anschliessbar. Schwierigkeiten ergaben sich vor allem bezüglich Platzbedarf und Warmwasseraufbereitung. Abb. 2 zeigt die geplanten Wärmezentralen im Pilotgebiet.

In Tabelle 1 sind die technischen Hauptdaten für die Pilotanlage sowie den Vollausbau von Olten wiedergegeben. Beim Anschluss von 3200 WB könnte eine Kesselleistung von 14 MW durch den Wärmeverbund ersetzt werden. Die bewertete Heizleistung, das heisst der Tagesmittelwert der Heizleistung bei -11°C, beträgt nur 8,2 MW. Die Differenz weist auf die bei Heizungsanlagen heute vorhandene starke Überdimensionierung hin. Die Wärmepumpen haben eine Heizleistung von 5,8 MW, da sie auf den Bivalenzpunkt ausgelegt sind. Dies gibt den Vorteil einer guten wirtschaftlichen Auslastung der Wärmepumpe und entlastet das Elektrizitätsnetz an sehr kalten Tagen. Die Leistungsziffer der Wärmepumpe beträgt im Bivalenzpunkt 3,25, im Jahresmittel steigt sie auf 3,9.

#### Kosten

Die Gesamtinvestition beträgt für die Pilotanlage 13 bis 20 Mio. Franken, für den Vollausbau von Olten 25 bis 47 Mio. Franken. Die tiefere Zahl gilt für das Wärmelieferkonzept Wasser, das heisst der Bezüger erstellt und betreibt seine Wärmezentrale in eigener Regie. Bei der Pilotanlage sind die spezifischen Kosten pro Wärmebezüger relativ hoch. Hier ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Erstellung der Transportleitung als Vorinvestition für den Vollausbau zu betrachten ist.

#### Energiebilanz

Um die energetischen Auswirkungen abzuschätzen, wurde neben der Variante reine Elektrowärmepumpe auch eine Variante mit vermehrtem Einsatz von Gaswärmepumpen berücksichtigt. Die angeschlossenen Wärmebezüger der Pilotanlage verbrennen

heute jährlich 1940 Tonnen Öl bzw. 83 TJ (Tab. 2). Für die Deckung des gleichen Wärmebedarfs benötigt der Wärmeverbund bloss noch 26% an hochwertigen Energieträgern, die restlichen 64% stammen aus dem Wasser und resultieren aus der Verminderung der Verluste. Bei der gemischten

Variante steigt der Anteil an hochwertigen Energieträgern auf 33%, dafür sinkt der Wasseranteil.

Die erreichte Ölsubstitution ist markant. So könnten bei der Pilotanlage rund 1800 Tonnen (93%) und beim Vollausbau 8600 Tonnen ersetzt werden.

Der Mehrbedarf an elektrischer

		Pilotanlage	Olten
<b>Wärmebezüger</b>			
Potential	WB	—	31 900
angeschlossen	WB	3200	14 500
Anschlussgrad	%	—	46
<b>Leitungen</b>			
Regionalleitung	m	6100	6100
<b>Ortsnetz</b>	m	2630	14 300
<b>Wärmezentralen</b>			
bis 50 kW-WP-Heizleistung	St.	3	20
50–100 kW Heizleistung	St.	6	40
100–200 kW Heizleistung	St.	5	40
200–400 kW Heizleistung	St.	8	40
über 400 kW Heizleistung	St.	3	8
	St.	25	148
<b>Leistungen</b>			
install. Kesselleistung	MW	14.25	68
bewertete Heizleistung (-11°C)	MW	8.18	39
WP-Heizleistung (Bivalenzpunkt)	MW	5.83	28
WP-Antriebsleistung	MW	1.79	8.5
Wärmeleistung Verbundwasser	MW	4.19	20
bezogene Wassermenge ab KKG	m <sup>3</sup>	0.07	0.2
Pumpenleistung für Wassertransport	kW	150	450
mittlere Jahresleistungsziffer	—	3.9	3.5

Tab. 1. Technische Hauptdaten.

	Pilotanlage		Vollausbau Olten	
	TJ	%	TJ	%
Heutiger Ölverbrauch (Endenergie)	82.8	100	394	100
<b>Variante EWP</b>				
– Elektrizität (inkl. Hilfsantriebe)	16.4	19.8	75.0	19.0
– Öl (für Spitze)	5.6	6.8	26.7	6.8
	22.0	26.6	101.7	25.8
– Wärmeverbund Wasser	40.1	48.4	191.0	48.5
Total Endenergie	62.1	75.0	292.7	74.3
<b>Variante EWP/GWP</b>				
– Elektrizität (inkl. Hilfsantriebe)	11.8	14.2	58.7	14.9
– Gas: für WP	10.1	12.2	36.2	9.2
– Öl: für Spitze	5.6	6.8	26.7	6.8
	27.5	33.2	121.6	30.9
– Wärmeverbund Wasser für EWP für GWP	26.8	32.4	143.2	36.4
	9.1	11.0	32.5	8.2
Total Endenergie	63.4	76.6	297.3	75.5
Ölsubstitution:	77.2	93.2	367.0	93.1

Tab. 2. Energiebilanz (Endenergie).

Leistung beträgt bei der Variante Elektrowärmepumpe 1,8 MW, bei der gemischten Variante 1,2 MW, beim Vollausbau steigen die Werte auf 8,5 bzw. 6,4 MW.

**4. Weiteres Vorgehen**

Das Projekt liegt als baureife Entscheidungsgrundlage für eine Realisierung vor. Der Wärmeverbund Olten ist jedoch der Über-

zeugung, dass in dieser Phase nichts überstürzt werden soll und das weitere Vorgehen sorgfältig zu planen sei. So muss das Projekt zum Beispiel in die energiepolitischen Überlegungen der Stadt Olten integrierbar sein. Zu diesem Zweck wird durch die Stadt Olten gegenwärtig ein Wärmekonzept erarbeitet.

Eines der Hauptresultate des Pro-

jektes ist der unerwartet niedrige spezifische Wärmebedarf pro Bezüger und damit die hohen Kosten pro Wärmeeinheit, was eine vertiefte Analyse der Wirtschaftlichkeit nötig macht. Zu dieser Abklärung wird auf der Grundlage gleicher Verbrauchszahlen ein Vergleich mit der konventionellen Fernwärme vorbereitet.

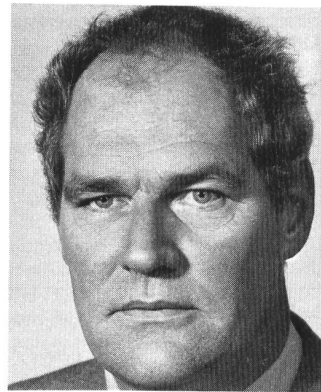
Parallel zu diesen Arbeiten erfolgte

im Frühjahr 1982 eine Anfrage der Stadt Aarau an das Kernkraftwerk Gösgen-Däniken für die Lieferung von kalter oder heisser Fernwärme. Damit war die Möglichkeit gegeben, die Untersuchungen der Lieferung von Wärme für Olten und Aarau zu koordinieren. Entsprechende Abklärungen sind gegenwärtig im Gange.

## Fernwärme aus Abwärme

### Wärmenutzung aus Kläranlagen

Die Beispiele von Fernwärmever sorgungen aus dem nördlichen Europa und den Ländern mit Planwirtschaft werden uns immer wieder als Musterbeispiele für die Wärmebedarfsdeckung empfohlen. Die Realität in der Schweiz zeigt aber, dass sich nur grössere Städte hochsubventionierte Fernwärmever sorgungen für die Versorgung von wenigen Prozenten der Wärmebezüger über Fernwärmenetze leisten können. Seit die modernen Hausheizungen dank tieferer Vorlauftemperaturen Anlagewirkungsgrade erzielen, die in Fernwärmezentralen nie erreicht werden können, hängen die Trauben für Fernwärmever sorgungen noch viel höher. Bei der Ermittlung der Energiekennzahlen [1, 2, 3] wurde auch festgestellt, dass selbst bei traditionellen Heizungen die durchschnittlichen Energiekennzahlen für Häuser an Gruppenheizungen wesentlich höher sind als für Einzelgebäudeheizungen. Die schweizerische Energiestatistik weist für alle Fernwärmever sorgungen einen mittleren Jahreswirkungsgrad von nur 63 % auf. *Abbildung 1* zeigt Beispiele von zwei monatlich ausgemessenen kommunalen Fernwärmenetzen. Auffallend sind bei beiden Erhebungen die beträchtlichen Netzverluste, insbesondere im Sommer und der Übergangszeit. Diese Verlustsituation führt auch immer zu Renditeproblemen, wenn man Abwärme aus Kehrichtverbrennungsanlagen nutzen will. Bei diesen müssen wegen der Spitzenlastsituation und wegen der Sonn- und Feiertage immer gegen 50 % der Wärme durch die Verbrennung von Öl erzeugt werden. Dies führt zusammen mit den Netzverlusten und den Netzkosten zu Wärmepreisen, die nur unter idealen Voraussetzungen – Wärmequelle sehr nahe bei grossen Verbrauchern mit guter Jahrescharakteristik – ge-



Bruno Wick, dipl. Bauingenieur ETH/SIA, Widen

genüber Einzelgebäudeheizungen konkurrenzfähig sind. Die Situation, gute Wärmequelle nahe bei grossen Verbrauchern, ist bei Kläranlagen immer wieder gegeben. *Abbildung 2* zeigt, dass Kläranlagen sehr günstige Wärme-

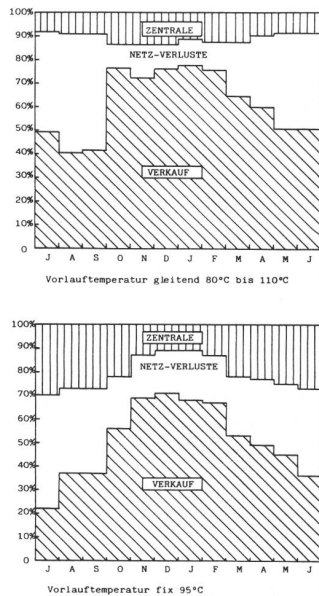


Abb. 1. Zwei schweizerische Fernwärmever sorgungen: Verlustanteil im Vergleich zu verkaufter Wärmemenge.

quellen für die Aufbereitung von Heizwärme für kleinere Fernwärmenetze sind. Eine Studie der Plenar-Gruppe [4] ergab, dass bei 100prozentiger Ausnützung dieser Wärmequellen die Wohnung jedes fünften Schweizers mit Abwärme aus Kläranlagen beheizt werden könnte. Für die Darstellung systematischer Nutzung der schweizerischen Abwärmequellen im Buch «Plenar Wärmeverbund CH» [5, 6] wurde die Plenar-Gruppe 1978 mit dem mit Fr. 100 000.- dotierten Umweltschutzpreis 72 ausgezeichnet. Das Wärmekollektiv Zumikon [7] ist eine der zahlreichen, inzwischen entstandenen Anlagen zur Abwärmenutzung aus Kläranlagen. Mittels Wärmepumpen wird die Abwärme dem gereinigten Abwasser vor der Rückgabe in den Vorfluter entzogen (*Abb. 3*). In Zumikon ist die Kläranlage nur 300 m vom Schulhaus mit Lernschwimmbekken entfernt. Gleich

daneben liegt das Hallenbad mit geheiztem Freibad. Die zwei Verbraucher hatten bisher einen Jahresölbedarf von über 300 Tonnen. Der Bau des neuen Gemeinschaftszentrums gab Anlass für Überlegungen zur ölfreien Heizung. Zusammen mit den Zentrumsbauten können mit einem Wärmekollektiv etwa 500 t Öl substituiert werden, wenn die Abwärme der Kläranlagen genutzt wird.

### Die Betriebsverhältnisse in der Kläranlage Zumikon

An den meisten Betriebstagen des Jahres liegt die Klärwassermenge etwas über 30 l/s. Bei extremer Trockenheit kann der Tageswert auf 20 l/s sinken. Im Tagesgang ist der Zufluss allerdings zurzeit noch nicht konstant. Es ist aber ein Regenwasser- und Ausgleichsbecken im Bau, das zu einer Verstetigung im Tagesgang führt. Die Kläranlage (*Abb. 4*) hat zurzeit

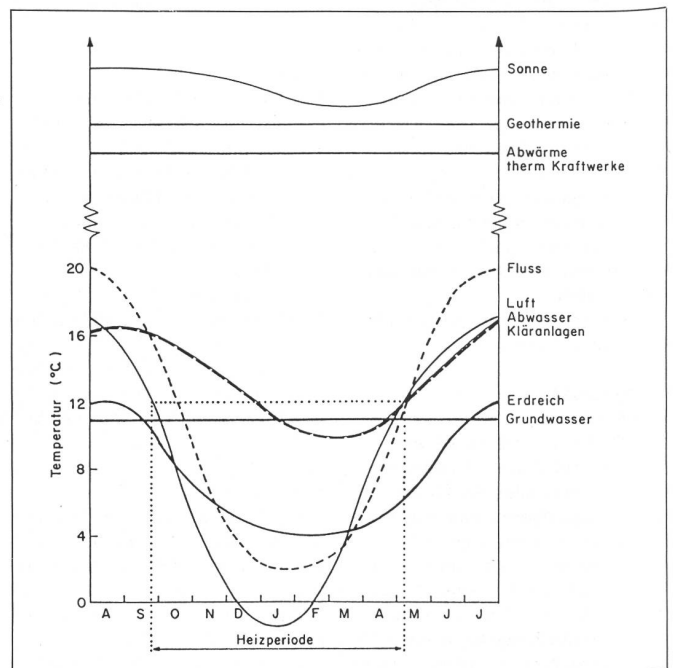


Abb. 2. Temperaturverlauf verschiedener Wärmequellen.