

# Heizenergie aus Abwasser: Wärmepumpenanlage in der Kläranlage Meilen - Herrliberg - Uetikon

Autor(en): **Gubser, Otto**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **94 (1976)**

Heft 43

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73186>

## **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.

# Heizenergie aus Abwasser

## Wärmepumpenanlage in der Kläranlage Meilen – Herrliberg – Uetikon

Von Otto Gubser, Zürich

DK 621.577

Die Kläranlage Meilen – Herrliberg – Uetikon am See liegt bei *Dollikon* (Obermeilen) im Bereich der politischen Gemeinde Meilen in unmittelbarer Nähe des Zürichsees. Die gesamte Kläranlage ist 2stufig (mechanisch, biologisch mit Phosphatfällung) konzipiert und wird im Vollausbau der ersten Ausbaustufe zur Klärung der Abwasser aus Haushalt und Industrie für 30000 Einwohnergleichwerte dienen. Das Kanalisationsnetz dieser drei Gemeinden ist nach dem Mischsystem aufgebaut, d. h. das häusliche und das industrielle Abwasser werden in den selben Kanalisationsleitungen wie das Regenwasser abgeleitet.

Die für den Gärprozess im Faulturm notwendige Wärmemenge wird durch eine *Methangasheizung* mit allfälliger Spitzendeckung durch Heizöl EL gedeckt.

### Überschussgas aus dem Gärprozess

Der aus der Kläranlage anfallende Schlamm wird im Faulturm I einem Gärprozess unterworfen. Dabei entstehen grosse Mengen an sogenanntem *Faulgas*. Der Hauptanteil an diesem Faulgas besteht aus Methangas, das für die Aufwärmung des Faulturms I sowie im Winter zur Heizung der Betriebsräume dient. Die anfallende Faulgasmenge ist durch die stetig steigende Abwassermenge soweit angewachsen, dass im Sommer wie im Winter der gesamte Wärmebedarf der Kläranlage mit dem Methangas mehr als gedeckt werden kann. Die Gasproduktion ist heute bereits so weit gestiegen, dass im Sommer wie im Winter ein Teil *als Überschussgas abgefackelt*, d. h. ungenutzt im Freien verbrannt werden muss.

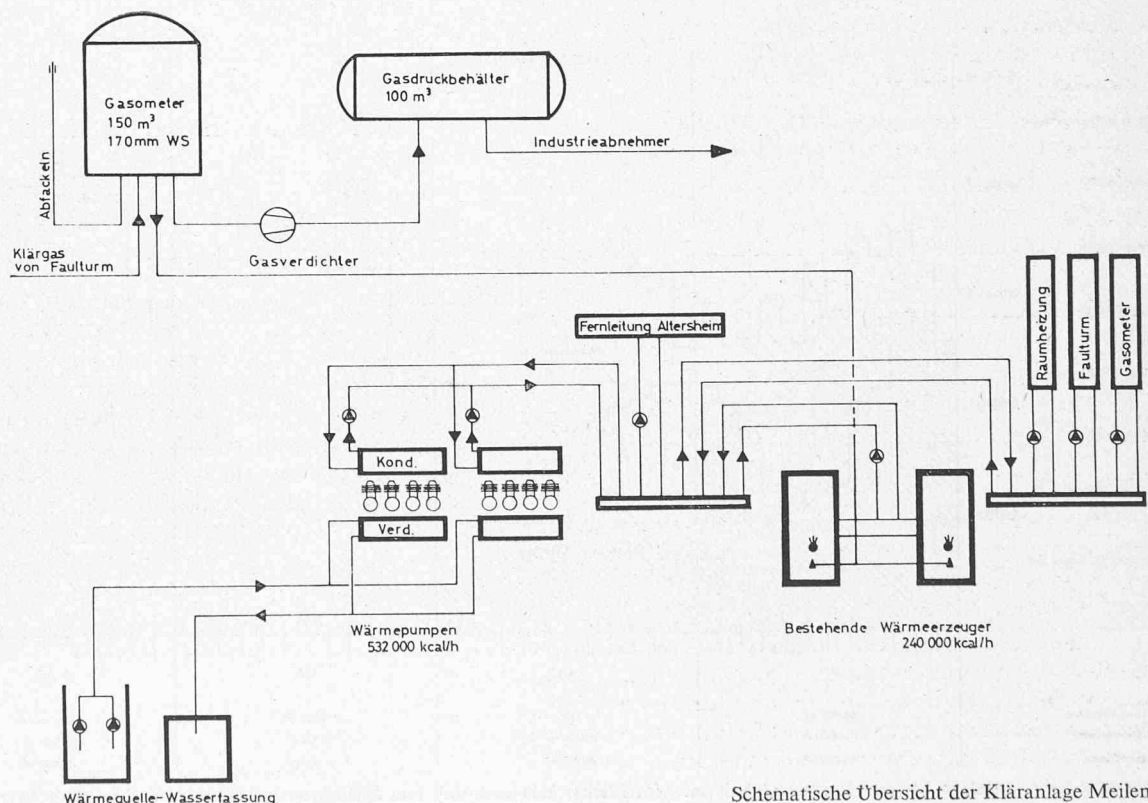
Vorerst versuchte man in der Nähe der Kläranlage einen Abnehmer zu finden, der diese Überschussgasmenge ganzjährig hätte übernehmen können. Im Laufe der ersten

Kontakte zeigte es sich, dass ein Industrieunternehmen, das unmittelbar neben der Kläranlage liegt, nicht zuletzt wegen der Ölkrise grosses Interesse am Gas zeigte. Für eine wirtschaftliche Ausnutzung war jedoch die *Überschussgasmenge* zu gering, so dass eine *rationelle Wärmequelle* für den Wärmebedarf der Kläranlage gesucht werden musste, um die gesamte Klärgasmenge an diesen Betrieb abgeben zu können. Die grosse Abwassermenge (min. rd. 100 l/s) mit relativ hohen Temperaturen (8–22 °C) auf der Klarseite der Kläranlage drängten die Prüfung einer Wärmepumpenanlage geradezu auf. Neben diesen günstigen Ausgangsvoraussetzungen wirkte sich das Interesse der Bauherrschaft einer sich in der Nähe im Bau befindlichen *Alterssiedlung* positiv auf die wirtschaftliche Verwirklichung einer Wärmepumpenanlage aus. Am 22. 3. 1974 bewilligte die Gemeindeversammlung auf Antrag des Gemeinderats den notwendigen Kredit für die Wärmepumpenanlage wie auch für die vollständige Klärgasverwertung.

### Konstitution, Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Investitionskosten für die komplette Wärmepumpenanlage sowie für die Gasverwertung belaufen sich auf rund 350000 Fr. Dank der Wärmepumpe konnten beim Bau der Alterssiedlung Kosten in der Grössenordnung von 125000 Fr. (Kesselhaus, Tankanlage, Tankraum, Kamin) eingespart werden. Die Verrechnung der Wärmekosten sowie der Verkauf des Klärgases erfolgt auf der Basis des mittleren jährlichen Ölpreises.

Ausgehend von einem *mittleren Mischstrompreis* von 0,082 Fr./kWh für Hoch- und Niedertarif (inkl. Leistungspreis) sowie einem Ölpreis von Fr. 35.–/100 kg präsentiert sich die Betriebskostenrechnung wie folgt:



Schematische Übersicht der Kläranlage Meilen

Ertrag:	Klärgasverkauf	rd. Fr. 45 800.-
	Wärmeverkauf	rd. Fr. 19 500.-
	Total	rd. Fr. 65 300.-
Aufwand:	Stromkosten	rd. Fr. 33 900.-
	Restamortisation (15 Jahre 8%)	rd. Fr. 26 300.-
		rd. Fr. 60 200.-
	Ertrag	rd. Fr. 5 100.-

Das Ergebnis verbessert sich mit steigendem Klärgasanfall sowie mit steigendem Ölpreis. Neben den Betriebskosten sind jedoch die positiven und finanziell nicht erfassbaren Gesichtspunkte in bezug auf Umweltschutz und Energieeinsparung – das Verwerten von Klärgas als Abfallprodukt sowie der energiesparende Betrieb der Wärmepumpe – zu beachten.

Dank der vorbildlich ermittelten statistischen Daten der Kläranlage waren alle notwendigen Grundlagen in Rohform bereits vorhanden. Es galt, lediglich die spezifisch für die Kläranlage Meilen geltenden Rohdaten zu verarbeiten und auszuwerten. Nachstehend können die wichtigsten Resultate wie folgt zusammengefasst werden:

**Klärgas:** Zunahme der jährlichen Klärgasmenge um ca. 6–7 Prozent je Jahr als direkte Folge der Bevölkerungszunahme sowie des steigenden Wohlstands. Heute beträgt die Jahresmenge ca. 215 000 m<sup>3</sup>.

**Abwassermenge:** Diese ist von der Bevölkerungszahl und von der Niederschlagsmenge abhängig. Im durchschnittlichen Minimum beträgt sie im heutigen Zeitpunkt 100 l/s.

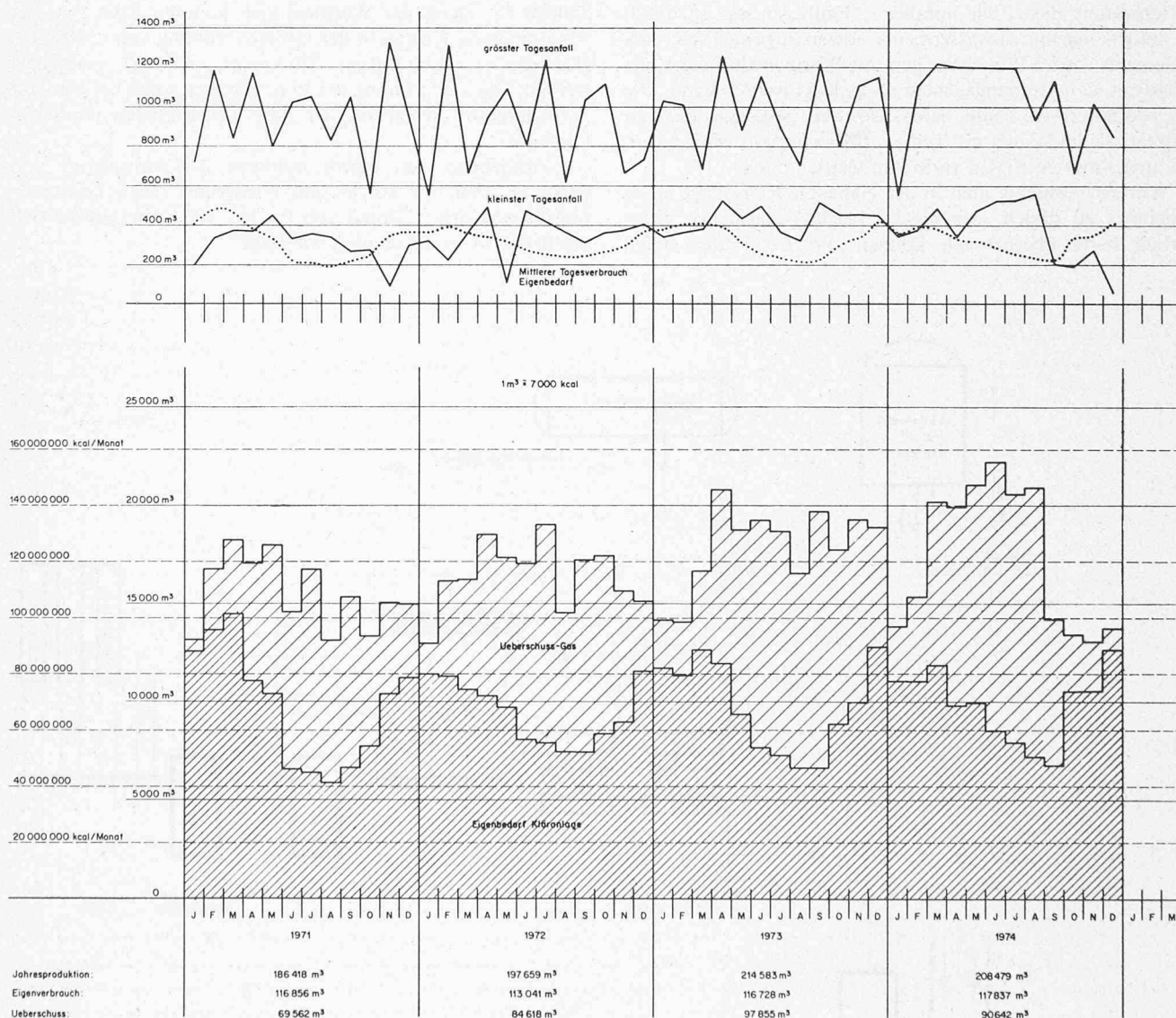
**Abwassertemperatur:** Für die Abwassertemperatur müssen zwei Gruppen von Einflussfaktoren beachtet werden:

- kurzfristige Einflussfaktoren wie Niederschlagsmenge, tageszeitliche Unterschiede der Abwassermenge;
- langfristige Einflussfaktoren wie Aussentemperatur, Sonneneinstrahlung, Jahreszeit usw.

Langjährige Betriebsaufzeichnungen haben gezeigt, dass die Schwankungen der Abwassertemperatur am Auslauf der Kläranlage zwischen 8° und 22 °C betragen.

### Technische Lösung

Die bestehende Wärmeerzeugung (kombinierte Öl/Methanogasfeuerung) des Kläranlagebetriebs wurde, wie das Prinzipschema zeigt, durch eine Wärmepumpenanlage ersetzt. Damit kann die bestehende Wärmeversorgung stillgelegt werden. Diese dient nur noch als Notfallheizung. Gleichzeitig wird die gesamte Faulgasmenge frei und kann an die benachbarte Industrie abgegeben werden. Die Wärmepumpenanlage ist so gross bemessen, dass die bereits erwähnte Alterssiedlung über ein Fernwärmenetz ebenfalls mit Wärme für die Heizung und Warmwasserbereitung versorgt werden kann.



Gas aus der Kläranlage Meilen/Herrliberg/Uetikon. Monatlicher Klärgasanfall und Eigenbedarf. Maximale und mittlere Tageswerte



### Wärmepumpenanlage

Der gesamte für die Kläranlage wie für die Alterssiedlung aufzubringende Wärmebedarf beträgt 520000 kcal/h bei  $-15^{\circ}\text{C}$  Aussentemperatur. Vom maximalen Wärmebedarf wird ca. 50 Prozent für technische Wärme, d. h. für die Aufwärmung des Faulturms sowie für die Vorwärmung des Brauchwarmwassers der Alterssiedlung benötigt.

Zur Erzeugung der notwendigen Wärmemenge wurden zwei bewährte Carrier-Wärmepumpen vom Typ 30 HR 100 W mit je einer Wärmeleistung von 266000 kcal/h bei einer Verdampfungswassertemperatur am Eintritt von  $+7^{\circ}\text{C}$  eingesetzt. Die Kondensationstemperatur wird konstant auf  $+55^{\circ}\text{C}$  gehalten, so dass mit einer konstanten Heizungsvorlauftemperatur von  $+50^{\circ}\text{C}$  gefahren werden kann. Die konstante Vorlauftemperatur von  $+50^{\circ}\text{C}$  ist notwendig, um den täglich neu anfallenden Frischschlamm auf die Faulturmtemperatur von  $36/37^{\circ}\text{C}$  aufzuwärmen. Gleichzeitig wird von dieser relativ hohen Vorlauftemperatur für die Vorwärmung des Brauchwarmwassers der Alterssiedlung Nutzen gezogen.

Die Leistungsanpassungen der zwei Wärmepumpenaggregate an den durch die Aussentemperatur beeinflussten Gesamt-Wärmebedarf erfolgt in acht Leistungsstufen. Die Leistungsregulierung erlaubt einen äusserst wirtschaftlichen Betrieb der Anlage. Eine Sequenzumschaltung je Aggregat erlaubt die Änderung der Startreihenfolge der Verdichter, was auf die Lebensdauer sehr positiv wirkt.

Das als Wärmequelle dienende Abwasser wird aus Gründen der Verschmutzung erst am Auslauf der Kläranlage entnommen. Zwei Unterwasserpumpen fördern das geklärte Abwasser durch im internen Kanalisationsnetz verlegte Eternitrohre den Wärmepumpen zu. Das gekühlte Abwasser wird via Regenwasserentlastungskanal dem See zugeleitet. Die Kühlung des geklärten Abwassers zeigt als Nebeneffekt eine verbesserte «Biologie» des Wassers (bessere Sauerstoffaufnahme).

Das erzeugte  $50^{\circ}\text{C}$ -Vorlaufwasser wird einem Heizungsverteiler zugeführt und so mit dem bestehenden Heizungssystem zusammengeschlossen (Bild 2). Eine Vergrößerung der Heizfläche ist, wie die ersten Betriebserfahrungen zeigen, nicht erforderlich, da die Wärmeabgabe der für den Kläranlagenbetrieb notwendigen Motoren die Minderleistung der Heizkörper voll abdecken.

### Klärgasverwertung

Die Kläranlage ist bereits mit einem  $150\text{-m}^3$ -Gasometer mit einem Druck von rd. 170 mm WS ausgestattet. Da nun die Klärgasproduktion ein kontinuierlicher Prozess ist, der Verbrauch jedoch nur während der Arbeitszeit erfolgt, war die Auf-

stellung eines Gasdruckbehälters von  $100\text{ m}^3$  Nenninhalt mit zwölf atü Druck erforderlich. Das anfallende Methangas wird wie bisher vom Faulturm in den Gasometer geleitet. Bei Erreichung eines bestimmten Betriebszustands des Gasometers schaltet ein Kompressor ein und beschickt den Gasdruckbehälter.

Der Bezug für die belieferte Industrie erfolgt ab dem Gasdruckbehälter, während die Kläranlage in Pannenfällen ab dem Gasometer Methangas bezieht. Durch die Massnahmen ist es möglich, das Methangas mit einem Heizwert von  $6200\text{ kcal/Nm}^3$  einer sinnvollen Verwertung zuzuführen. Der Gasdruckbehälter ist so bemessen, dass drei volle Tagesproduktionen gespeichert werden können und somit auch über die Feiertage keine oder nur geringe Verluste durch Abfackeln entstehen.

### Fernwärmeversorgung der Alterssiedlung

Die gesamte Alterssiedlung Dollikon wird von der Wärmepumpenanlage der Kläranlage aus geheizt. Die Aussentemperaturregulierung (Mischprinzip) ist in der Alterssiedlung untergebracht. Die Heizkörper sind für die Wärmepumpenbetriebstemperatur ( $50^{\circ}\text{C}/40^{\circ}\text{C}$ ) bemessen, d. h. mussten entsprechend vergrössert werden. Die Warmwasserbereitung erfolgt über Fernleitung im Doppelmantel-Speicher. Die Erhöhung der Warmwassertemperatur von ca.  $45^{\circ}\text{C}$  auf  $60^{\circ}\text{C}$  erfolgt durch eine elektrische Zusatzheizung. Im Pannenfall kann die bestehende, heute aber nicht mehr betriebene Kläranlagenheizung, die Deckung von rd. der Hälfte des Gesamtwärmebedarfs übernehmen.

Für den Bau der Fernleitung zur Alterssiedlung wurden Pan-Isovit-Rohre verwendet. Ursprünglich war beabsichtigt, diese Rohre direkt ins Erdreich zu verlegen.

Die grossen begehbaren Zulaufkanäle zur Kläranlage drängten sich jedoch direkt zur Benutzung auf, so dass nur noch ein Stück von ca. 50 m Länge in Erdreich verlegt wurde.

\*

Die beschriebene Lösung zeigt, wie die anfallenden Klärgas- und Wärmemengen aus einer Kläranlage optimal genutzt werden können. Gleichzeitig wird dadurch ein schöner Beitrag zur Energieeinsparung geleistet. Auch zeigt die getroffene Lösung ein nicht alltägliches, dafür aber ein typisches Verwendungsbeispiel für eine Wärmepumpe. Die Realisation der interessanten Anlage war dank der für Energieprobleme aufgeschlossenen Gemeindebehörden möglich.

Adresse des Verfassers: O. Gubser, Ing.-Tech. HTL, c/o Meier & Wirz, Obstgartenstr. 19, 8006 Zürich.

## Warum fällt Energiesparen so schwer?

Von Jürgen Wiegand, Basel<sup>1)</sup>

DK 620.9

Über das Energiesparen wird viel geschrieben und geredet. Wird auch bereits viel getan? Leider nein. Die Situation gewinnt paradoxe Züge. Auf der einen Seite besteht bereits ein Überdross, angesichts der laufenden Informationswelle. Auf der anderen Seite sind kaum wirksame Taten festzustellen. Woran liegt das?

Hinweise, um diese Frage zu beantworten, gab ein zweitägiges Seminar, das vom Gottlieb Duttweiler-Institut in Zusammenarbeit mit Burckhardt + Partner und BNM Planconsult im Juni und im September unter Leitung des Verfassers durchgeführt wurde. Bereits die Idee zu diesem Seminar war eine

<sup>1)</sup> Bericht vom Seminar «Energiesparungsmöglichkeiten in der Gemeinde»

Reaktion auf das oben angesprochene Paradoxon. Das Seminar sollte nicht noch einmal das Energiesparen postulieren, es sollte auch nicht primär das Heil in neuen Technologien (z.B. Sonnenenergiegewinnung) suchen. Vielmehr wurde das Ziel verfolgt, dem Praktiker das Rüstzeug zu geben, zweckmässige Massnahmen zu erkennen, einzuleiten und durchzusetzen. Primär waren die Gemeinden angesprochen. Die Erkenntnisse jedoch gelten allgemein.

Zu solchen Erkenntnissen gehört, dass das Energiesparen weiterhin ein dringendes Postulat bleibt, auch wenn man das gar nicht mehr gerne hören mag. Diese Dringlichkeit wies nochmals eindrücklich das einleitende Referat von H. L. Schmid, Stabsleiter der «Gesamt-Energie-Kommission»