

Zeitschrift: Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme
Band: 39 (1982)
Heft: 7-8

Artikel: Fernwärme aus Abwärme
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-782923>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.10.2024

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

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.

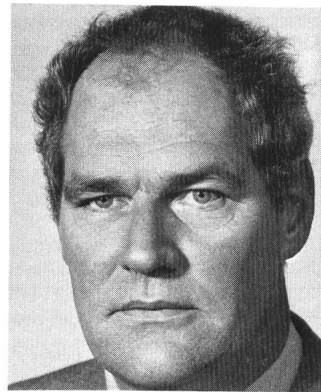
Parallel zu diesen Arbeiten erfolgte

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 Kehrlichtverbrennungsanlagen 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-

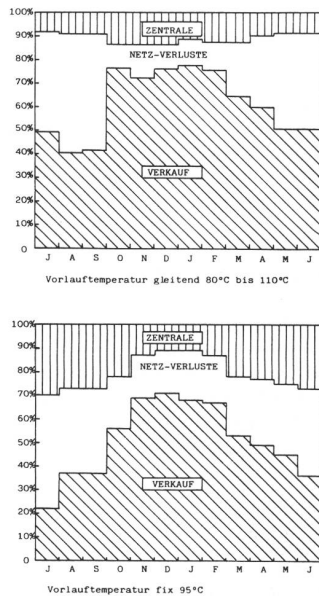


Abb. 1. Zwei schweizerische Fernwärmever sorgungen: Verlustanteil im Vergleich zu verkaufter Wärmemenge.

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

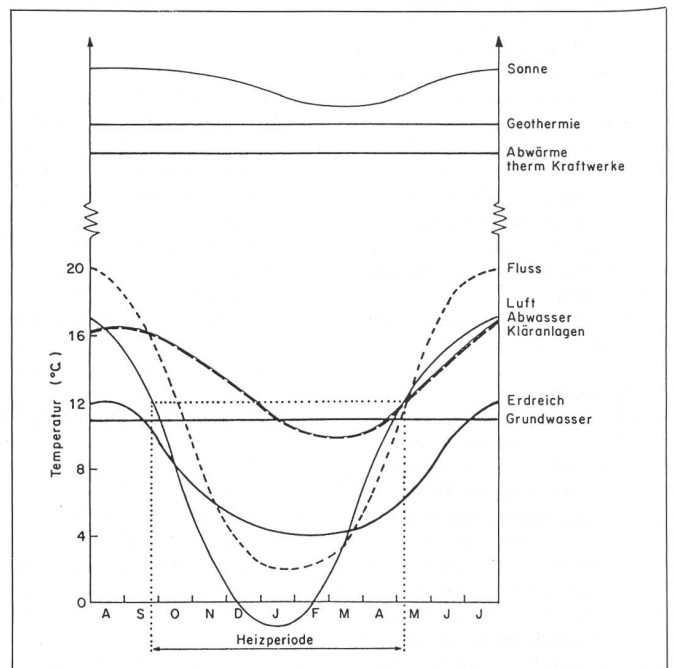


Abb. 2. Temperaturverlauf verschiedener Wärmequellen.

zwei Reinigungsstufen. Die dritte Stufe dürfte in den späten achtziger Jahren notwendig werden. Vom Schwebstoffgehalt des Abwassers sind keine Probleme zu erwarten. Allerdings mussten für die Wärmepumpen überflutete Verdampfer gewählt werden. Dies bedeutet, dass das Kältemittel im Verdampfer die Abwasserrohre umgibt und das Klärwasser durch ein geschlossenes Röhrensystem fließt, das keine strömungstoten Winkel hat, in denen sich Schlamm absetzen könnte.

Die Temperatur des gereinigten Abwassers sinkt von 16°C im Sommer bis auf 8°C im Winter. An einzelnen Tagen, insbesondere bei Schneeschmelze, kann die Temperatur kurzfristig bis auf 4°C sinken. Das Kantonale Amt für Gewässerschutz erlaubt eine Abkühlung des Klärwassers auf 4°C. Tiefere Temperaturen werden vorläufig nicht zugestanden. Andererseits sind 4°C auch eine technische Schwelle. Bei tieferen Temperaturen wäre rasch mit Eisbildung im Verdampfer zu rechnen. Die Auslegung des Kollektivs basiert auf 30 l Nutzwasser je Sekunde bei einer nutzbaren Temperaturdifferenz von 5 K. Dies ergibt eine kalte Leistung von 632 kW, mit dem Kraftanteil von 276 kW eine theoretische Gesamtleistung von 908 kW. Die Leistung der Wärmequelle wird also beim Auslegungspunkt voll ausgeschöpft und bildet die Begrenzung für die Kollektivleistung ab Wärmepumpe (Abb. 5).

Bei tieferen Wassertemperaturen sinkt die Möglichkeit der Wärmeproduktion, und bei Zunahme des Bedarfs schaltet der erste Heizkessel zu.

Spitzendeckung mit Öl

In den beiden bestehenden Gebäuden Schulhaus und Hallenbad sind 2.5 MW Leistung in Ölheizkesseln installiert. Anstelle von 4 x 2500 Betriebsstunden = 10000 h bei optimaler Belastung wurden gesamthaft nur 3960 Betriebsstunden erreicht, das heisst die Leistungsreserve betrug über 60%. Wenn die Systemverluste reduziert werden, steigt die nutzbare Leistungsreserve nochmals an.

Wärmepumpenanlagen sollten nur bei optimalen Wärmequellen monovalent bis zu den tiefsten Aussentemperaturen betrieben werden. Die Investitionskosten je kW-Leistung sind bis fünfmal höher für Wärmepumpenzentralen als für Öl- oder Gas-Heizkesselanlagen. Für mittelgrosse Leistungen betragen die Vergleichswerte Fr. 500.- je kW zu Fr. 2500.- je kW. Öl hat den unbestreitbaren Vorteil der dich-

ten, preisgünstigen und verlustfreien Energielagerung sowie der tiefen Investitionskosten für die Wärmaufbereitung. Öl wird mit Sicherheit über Jahrzehnte noch der wichtigste Spitzendecker bleiben, und Heizungen stellen in unserem Klima immer Spitzendeckungsprobleme dar.

Im neuen Gemeinschaftszentrum sind für Heizung, Lüftung und Brauchwasser insgesamt 1080 kW Leistung installiert. Unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeiten beträgt der Gebäudeanschlusswert noch 515 kW. Bei tiefsten Aussentemperaturen sind also folgende Maximalleistungen notwendig:

Schulhaus Juch	450 kW
Hallenbad	500 kW
Gemeinschaftszentrum	500 kW
	<hr/> 1450 kW

Beim Auslegungspunkt -12°C beträgt die installierte Reserve noch über 1000 kW. Dank der Kollektivbildung können die Leistungen der Einzelheizungen addiert werden, weil alle ins System einspeisen. Es werden also noch weitere Wärmebezüge angeschlossen bis die installierte Kesselleistung bei -12°C tatsächlich gebraucht würde. Theoretisch würde dann die installierte Wärmepumpenleistung bis +2°C reichen. Tatsächlich aber ist der Betrieb begrenzt durch die Klärwassermenge und an einzelnen Tagen auch durch die Temperatur des Klärwassers. Das installierte elektronische Leitsystem soll die Gleichzeitigkeit nicht dem Zufall überlassen, sondern den Wärmebezug verstetigen und damit lange Laufzeiten der Wärmepumpen bis zu tieferen Aussentemperaturen erlauben.

Die Energiebilanz des Wärmekollektivs

Der Leistungsbedarf der einzelnen Gebäude wurde aufgrund der installierten Leistung, der Betriebsstunden – soweit gemessen und bekannt – sowie den Jahresverbräuchen detailliert ermittelt. Abbildung 6 zeigt schematisch die geordnete Verteilung der Leistung nach Aussentemperaturen für das Hallenbad. Unter anderem ist daraus der wichtige Anteil an Sommerbezug für Lüftung und Freibad ersichtlich. Die grosse Unsicherheit in der Projektierung ist der Anteil der Systemverluste und insbesondere deren Reduktion bei der Umstellung auf die Niedertemperaturverteilung.

Im Sommer und in der Übergangszeit hat das Wärmekollektiv noch beträchtliche Reserven. Die Umrüstung der wichtigsten Wärmeverbraucher (Lüftungen, Beckenwassererwärmung,

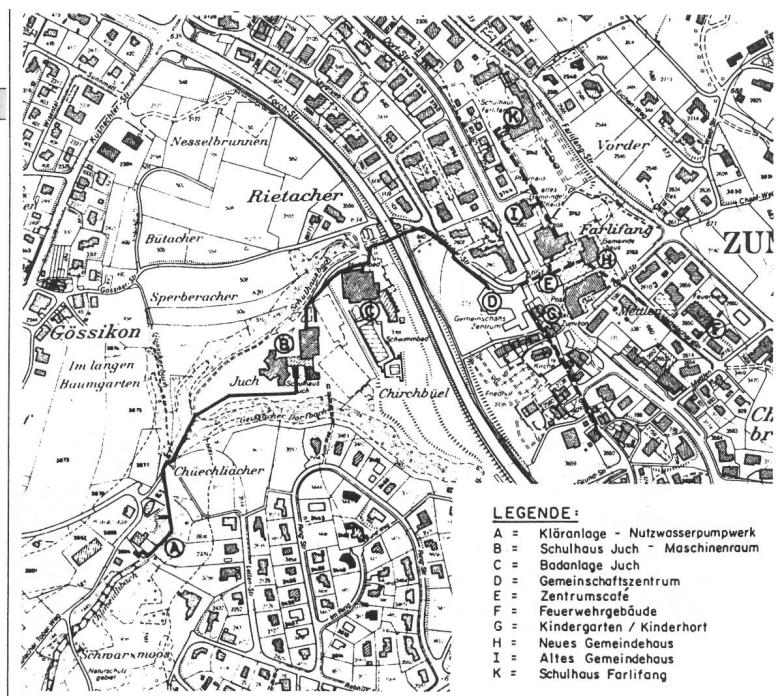


Abb. 3. Wärmekollektiv Zumikon. Übersichtsplan 1:5000.



Abb. 4. Kläranlage Zumikon.

Brauchwarmwasser) und die Auslegung der Neubauten auf tiefe Vorlauftemperaturen ergaben gute Voraussetzungen für einen regelmässigen Betrieb. Die Wärmepumpen mit vier Laststufen (250, 500, 720, 920 kW) erlauben eine gute Anpassung der Produktion an den jeweiligen Bedarf. Dieser wird mit dem elektronischen Leitsystem Honeywell Delta 1000 mittels Prioritätsentscheidung und Lastabwurf optimiert.

Die Frage, warum bei der grossen Antriebsleistung von bis zu 400 kW keine Wärmekraftkopplung mit Dieselmotoren gewählt wurde, stellte man den Projektierenden öfters. Die Eigenstromerzeugung wurde in der Evaluation erwogen und trotz der hohen Strombeschaffungskosten (Zuleitung, Trafo) aus verschiedenen Gründen nicht ins Projekt aufgenommen. Auf der Gewinnungsseite wollte man das Abwärmepotential möglichst gut ausnutzen. Mit der Wärmekraftkopp-

lung (höchstens für die halbe Antriebsleistung sinnvoll) wäre im häufigsten Betriebsbereich 300 bis 600 kW thermische Leistung die Dieselabwärme immer eine Störgrösse gewesen, welche die Leistung zu stark angehoben hätte zu Lasten der Abwärmenutzung. Auch die Investitionskosten wären nochmals um 12% angestiegen. Wenn die vier Heizkessel nicht bereits vorhanden gewesen wären, hätte man die Diesellösung mit grosser Wahrscheinlichkeit gewählt. Im ausgeführten Konzept ist nichts verbaut worden. Bei einer allfällig notwendigen Leistungssteigerung des Kollektivs kann jederzeit ein Diesel anstelle eines Kessels im Schulhaus Juch plaziert werden. Fürs erste sollte die Anlage aber nicht noch komplizierter gemacht werden durch die teilweise Eigenstromproduktion.

Gesamtbeurteilung

Es hat sich bei der Ausführung des

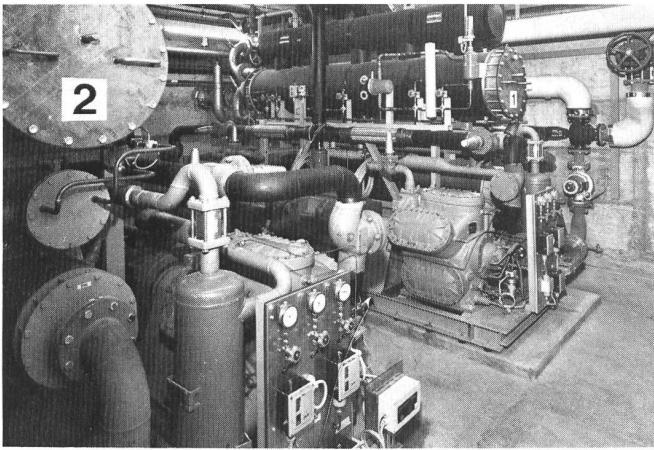


Abb. 5. Wärmepumpenanlage Leistung 900 kW.

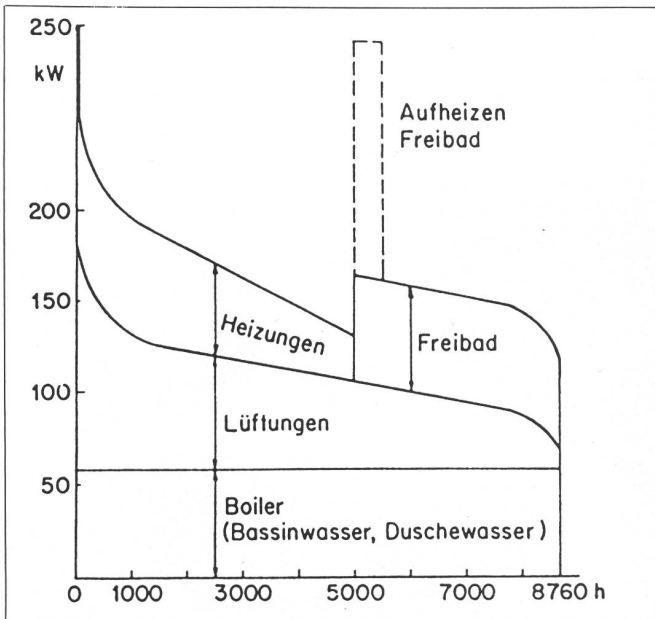


Abb. 6. Nutzenergieaufwand Hallenbad und Freibad.

Wärmekollektivs Zumikon zeigt, dass heute die Abwärmegewinnung aus Kläranlagen technisch möglich, energetisch sehr wirkungsvoll und wirtschaftlich sinnvoll ist.

Für den Betrieb ist es wichtig, dass der Klärmeister, die Abwarte und die für den Betrieb des Kollektivs zuständigen Bademeister das Ihre zum guten Gelingen beitragen. Ihre kritische Mitarbeit bei der Projektierung und Ausführung war sehr wertvoll; insbesondere die sehr saubere Protokollführung über Wassermengen, Energieverbräuche und Temperaturen waren gute Grundlagen für die Projektierung.

Im ersten Betriebsjahr, der Einregulierungsphase, konnten 335 l Öl substituiert werden, dafür stieg der Stromverbrauch um 1120 MWh an. Der Restölbedarf betrug 70 t oder 17% des theoretischen Wertes ohne Wärmepumpen. Obwohl der

Systemverlust dank niedertemperaturiger Versorgung (Vorlauftemperatur konstant 62°C) nur noch 2% der installierten Leistung beträgt, steigt beim heutigen Teilausbau (60% angeschlossen) der absolute Verlust von 10% in Wintermonaten auf 20% in Sommermonaten an. Selbst diese sehr konzentrierte Niedertemperaturanlage hat – wenn auch stark abgemindert – die Verlustprobleme einer Fernwärmeversorgung.

Mit Sicherheit werden noch in vielen Städten Wärmekollektive als örtliche Systeme entstehen. Es kann dabei nicht nur die Belastung unserer Umwelt – Flusserwärmung und Luftverschmutzung – reduziert werden, sondern es können, wie im Beispiel Zumikon, Konsumausgaben (Öl) wirtschaftlich durch Kapital (Investitionen) ersetzt werden. Das Wärmekollektiv Zumikon kann unsere Aussenhandelsbilanz jährlich in der ersten Phase um

Fr. 200000.– entlasten; in wenigen Jahren bei Vollausbau mit über Fr. 300000.–.

80 Anlagen mit der mittleren Grösse von 2x Zumikon (600000 Einwohner) ergeben bereits 50 Mio. Fr. weniger Ölimporte. Die Kläranlage Werdhölzli in Zürich allein ist rund hundertmal grösser als Abwärmeproduzent als das Kollektiv Zumikon. Jede Ölsubstitution ist zudem ein wichtiger Beitrag zur Verminderung der Schadstoffbelastung unserer Luft und damit zum kollektiven Umweltschutz.

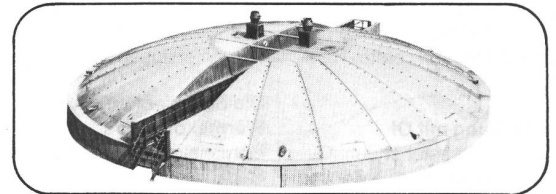
Literatur

- [1] B. Wick: Sparobjekt Einfamilienhaus, Verlags-AG der akademischen technischen Vereine, 8021 Zürich, Februar 1981.
- [2] Diverse Autoren: Energie im

Mehrfamilienhaus, Sonderdruck aus «Schweizer Ingenieur und Architekt», Heft 5/82, Sages, Rämistrasse 5, Zürich.

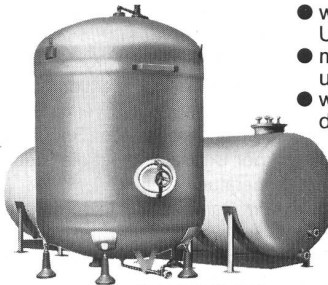
- [3] B. Wick: Sparobjekt Schulhaus, Plenar-Vereinigung, Postfach, 8967 Widen, April 1982.
- [4] E. A. Müller: Potential der Wärmequellen in der Schweiz, Gesundheitstechnik/SVG, Zürich, Heft 4/81.
- [5] Diverse Autoren: Plenar Wärmeverbund CH, Arbeitsgruppe Plenar Zürich, Januar 1977.
- [6] Diverse Autoren: Plenar Wärmeverbund Olten, Plenar-Vereinigung, Zürich, August 1979.
- [7] Diverse Autoren: Wärmenutzung aus Kläranlagen, Sonderdruck aus «Schweizer Ingenieur und Architekt», Heft 40/81, Plenar-Vereinigung, Postfach, 8967 Widen.

Abdeckungen aus GFK in Erka-Segment-Bauweise für Klärwerksbetriebe und Industrie



- Das ERKA-Leistungsspektrum:
- Klärbeckenabdeckungen in einschaliger oder Sandwich-Bauweise
 - mit allen Zubehörelementen

- Tanks, Behälter, Apparate und techn. Formteile,
- ebenfalls aus glasfaserverstärkten Kunststoffen, also
- korrosionsbeständig und wartungsfrei
- witterungs- und UV-beständig
- mechanisch hochfest und formstabil
- wärme- und geräuschdämmend.



Vertrieb für die Schweiz: Wasseraufbereitung
mangold Abwassertechnik
 Hornburgerstrasse 32 4010 Basel
 Telefon 0 61/42 80 22 Telex ch-64 891 mag