Energiequelle zum Heizen und Kühlen

Grösste Abwasserenergienutzungsanlage in der Schweiz

Christoph Deiss

Das Briefsortierzentrum Mülligen der Schweizerischen Post und das Klärwerk Werdhölzli der Stadt Zürich liegen rund einen Kilometer voneinander entfernt. Das Postzentrum ist ein grosser Verbraucher von Wärme und Kälte, das Abwasser der Kläranlage eine Energiequelle zum Heizen und Kühlen. Dank der weitsichtigen Energieplanung der Stadt Schlieren und den Umsetzungsideen von ewz, dem Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, wurde das Angebot an ökologisch wertvoller Abwasserenergie und die Energienachfrage der Post miteinander verknüpft. Die Realisierung der Energieverbundes erfolgte im Rahmen eines Contractings. Das Projekt sieht vor, später weitere angrenzende Areale mit Abwasserenergie zu versorgen. Im Endausbau wird der Energieverbund die CO_2-Emissionen um jährlich rund 9000 Tonnen reduzieren.

1. Einleitung

Wer Zug fährt, kennt den Bau. Mit seiner markanten Fassade aus Blechpanelen, den runden Fenstern und dem für Schweizer Verhältnisse gigantischen Volumen (1 000 000 m³) gehört das an der Strecke Zürich-Bern gelegene Postzentrum Mülligen zu den Ikonen postmoderner Industriearchitektur *(Abb. 1)*. Bereits zwanzig Jahre nach seiner Eröffnung (1985) steht der Bau des Zürcher Architekten *Theo Hotz* unter Denkmalschutz. Diese Auszeichnung verpflichtet. Es gelten erhöhte Anforderungen – nicht nur in Sachen Architektur. Seit dem Anfang 2007 abgeschlossenen Umbau vom ehemaligen Paketzentrum zu einem der drei

Une source d'énergie pour chauffer et refroidir

La plus grande installation de valorisation énergétique d'une STEP en Suisse

Le centre de tri de la Poste Suisse à Mülligen et la STEP Werdhölzli de la ville de Zurich sont situés à 1 km à peine l'un de l'autre. Les deux connaissent le chaud et le froid, le premier comme consommateur, la seconde comme producteur. La planification énergétique de la ville de Schlieren et l'esprit pragmatique d'ewz, le service de l'électricité de la ville de Zurich ont su marier une précieuse source d'énergie verte et les besoins en énergie de la Poste. La mise en place de ce partenariat fait l'objet d'un contracting énergétique. Le projet prévoit déjà l'approvisionnement d'autres zones avoisinantes. Au final, ce partenariat énergétique contribuera à la réduction des émissions de CO_2 à hauteur de 9000 tonnes.

Energy Source for Heating and Cooling

Largest Wastewater Energy Plant in Switzerland

The postal sorting office of Muelligen of the Swiss Post Office and the Werdhoelzli wastewater treatment plant of the city of Zurich are around one kilometre away from each other. The postal centre is a large user of heat and cold, and the wastewater from the wastewater treatment plant is an energy source for heating and cooling.

Thanks to the farsighted energy planning of Schlieren and the ideas to implement it by ewz, the electricity plant of Zurich, the supply of ecologically valuable wastewater energy was linked to the energy requirement of the post office. The energy network was set up through the establishment of a contract. The aim of the project is to supply later on further neighbouring areas with wastewater energy. When complete, the energy network will reduce CO_2 emissions annually by around 9 000 tonnes.

nationalen Briefsortierzentren der Post wird auch die Energieversorgung höchsten Ansprüchen gerecht. Rund 50 % der Energie zum Heizen werden aus dem gereinigten Abwasser der ARA Werdhölzli gewonnen; weitere 30 % stammen aus der Abwärme der Kältemaschine. Herzstück der neuen Energiezentrale ist eine der grössten *Ammoniak-Wärmepumpen* Europas mit einer Kälteleistung von 4,3 Megawatt. Möglich wurde diese Lösung dank Zusammenarbeit der Städte Schlieren und Zürich, der Post, den Betreibern des Klärwerks Werdhölzli, des Amtes für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich (AWEL) und des Elektrizitätswerks der Stadt Zürich (ewz), das den Prozess koordinierte und die Anlagen finanziert und betreibt.

2. Vorgeschichte

Was im Nachhinein als naheliegende Lösung erscheint, hat eine lange Vorgeschichte: Sie beginnt mit dem ersten Energieplanungsbericht des Kantons Zürich im Jahr 1994. Darin wird das Klärwerk Werdhölzli als ortsgebundene *Abwärmequelle* mit einem Potenzial an Niedertemperaturabwärme von 266 Millionen kWh pro Jahr ausgewiesen *(Abb. 2)*. Dies entspricht einer Abkühlung des gereinigten Abwassers um rund 3 Kelvin. Im kantonalen *Versorgungsplan* von 1995, der den Status eines behördenverbindlichen Richtplan-Instrumentes einnimmt, wird die Stadtzürcher Kläranlage in der Folge zur «Abwärmequelle von kantonaler Bedeutung» erklärt. Mit einem Potenzial zur Wärmeversorgung von rund 7,5 Mio. m^2 Geschossfläche ist die ARA Werdhölzli als Abwärmequelle mit den grossen Kehrrichtverbrennungsanlagen (KVA) im Kanton Zürich vergleichbar *(Abb. 3)*.

Zusätzlich zu den ortsgebundenen Abwärmequellen bezeichnet der Versorgungsplan des Kantons Zürich «Gebiete, welche sich aufgrund der Siedlungsstruktur speziell für rohrleitungsgebundene Energieträger eignen». Dazu zählt neben Erdgas und Fernwärme aus KVA auch «kalte Fernwärme» aus Abwasser. Das gesamte Stadtgebiet von Zürich und das angrenzende Limmattal fallen in diesen Perimeter. Damit wurden die Städte Zürich und Schlieren schon vor über zehn Jahren verpflichtet, «in Zusammenarbeit mit der Trägerschaft der ARA zu prüfen, wie die Abwärme genutzt werden kann, und die nötigen planerischen Festlegungen zu treffen». Aufgrund dieser Vorgabe werden beide Städte aktiv. In der «energiepolitischen Zielsetzung

Abb. 1 Rund 70 % der Energie zum Heizen und Kühlen des Postzentrums Mülligen stammen aus regenerativen Quellen. *(Quelle: Die Post)*

Abb. 2 Zur Versorgung des riesigen Energieverbundes wird erst ein Teil des gereinigten Abwassers der ARA Werdhölzli nach Schlieren gepumpt. *(Quelle: ERZ)*

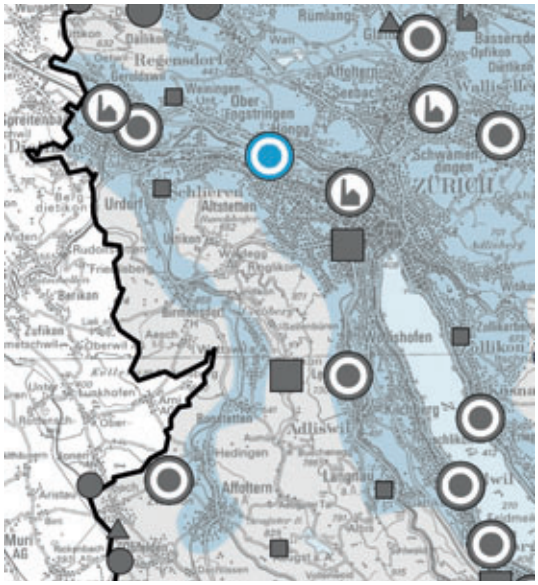

Abb. 3 Ausschnitt aus dem Energieplan des Kantons Zürich mit den grossen standortgebundenen Abwärmequellen: Blau die ARA Werdhölzli mit einem Potenzial zur Beheizung von Zehntausenden von Wohnungen. *(Quelle: AWEL)*

für die Stadt Zürich» wird die Energienutzung aus Abwasser – «soweit wirtschaftlich vertretbar» – zum Schwerpunkt erklärt. Der 2003 vom Stadtrat beschlossene Masterplan Energie geht noch einen Schritt weiter, indem verschiedene städtische Betriebe angehalten werden, die Energienutzung aus Abwasser aktiv zu fördern: Das ERZ (Entsorgung + Recycling der Stadt Zürich), welches die ARA betreibt, soll «Bemühungen, Wärme aus dem geklärten Abwasser zu nutzen, unter Abgeltung der dabei entstehenden Kosten unterstützen.» An das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich geht die Aufforderung, «die Nutzung von Abwärme aus Industrie und Gewerbe sowie von Abwärme aus geklärtem Abwasser durch Investitions- und Betriebsbeiträge und ein Angebot von Energiedienstleistungen zu fördern».

3. Energieplan

Die Stadt Schlieren geht das Thema im Rahmen der kommunalen Energieplanung an. Im Frühjahr 2000 gibt sie eine Studie über das Potenzial und die Nutzung von ortsgebundener Abwärme in Auftrag. Untersucht werden Abwärme aus Industrie und Gewerbe, Wärme aus Grundwasser und Energie aus dem gereinigten Abwasser der ARA Werdhölzli, die an das Stadtgebiet von Schlieren angrenzt. Die Studie wird durch EnergieSchweiz für Infrastrukturanlagen fachlich begleitet und finanziell unterstützt. Fazit: Aufgrund der hohen Energiedichte eignen sich weite Teile des Industriegebietes Schlieren-Nord für eine wirtschaftliche Nutzung des Abwassers und der reichlich verfügbaren Abwärmequellen aus Industrie und Gewerbe *(Kasten 1)*. Das Potenzial an Abwärme und Umweltwärme (Abwasser) reicht aus, um ungefähr 80 % des Energiebedarfes des Gebietes zu decken. Mit einer Machbarkeitsstudie wird die Idee konkretisiert. Dabei werden unter anderem die Temperaturverhältnisse bei den potenziellen Energiebezügern, die Nutzbarkeit bestehender Kanäle für die Trasseeführung der Fernleitungen, die Möglichkeiten zur Rückführung des gereinigten Abwassers und der ökologische Nutzen untersucht. Die Projektskizze eines Energieverbundes (Wärme und Kälte) wird als äusserst günstig beurteilt und stösst in Gesprächen mit möglichen Schlüssel-Kunden auf ein positives Echo. Die Stadt Schlieren entschliesst sich aus diesem Grund, die Idee verbindlich in die Energieplanung zu integrieren.

Vorteile eines Energieverbundes

In dicht besiedelten Gebieten lassen sich mit einem Energieverbund Energiequellen und Verbraucher intelligent vernetzen. Angebot und Nachfrage werden optimal aufeinander abgestimmt, was eine hohe Energieeffizienz ermöglicht. Dadurch können wertvolle Energien wie Abwasserwärme oder Abwärme aus Industriebetrieben wirtschaftlich genutzt werden.

Kasten 1

3.1 Prioritätsgebiete

2004 wird der kommunale Energieplan von Schlieren genehmigt. Es werden vier Gebiete ausgeschieden, die Festlegungen bezüglich der Energieversorgung erhalten *(Abb. 4)*. Das Gebiet im Zentrum und das nördlich angrenzende Gewerbequartier, wo die grössten Abwärmepotenziale liegen, werden als so genanntes «Prioritätsgebiet Energieverbund» definiert. Innerhalb dieser Zonen gilt folgendes Versorgungskonzept: Die Wärme und Kälte soll mittels Fernleitungen zu den Verbrauchern gebracht werden. Abwärme aus Industrie und Kälteanlagen soll so lange genutzt werden, wie diese zur Wärmeproduktion eingesetzt werden kann. Neuanschlüsse ans Gasnetz werden nur noch zur Spitzenlastdeckung bewilligt. Wenn der Wärmeverbund erstellt ist, sollen Gebäude mit bestehendem Gasanschluss oder mit Ölfeuerungen innert einer angemessenen Frist (z. B. bei Sanierung der Heizung) an die Wärmeverteilung angeschlossen werden.

Die an das «Prioritätsgebiet Energieverbund» angrenzenden Quartiere werden als «Erweiterungsgebiet für den Energieverbund» bezeichnet. Hier soll die technische und wirtschaftliche Realisierbarkeit für die Nutzung der Abwärme und Umweltwärme fallweise geprüft werden. Neu-

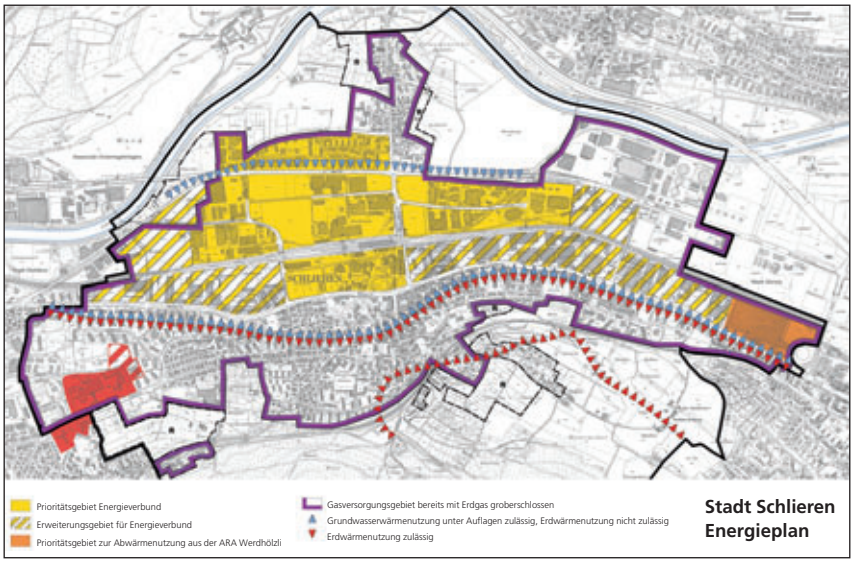

Abb. 3 Im kommunalen Energieplan der Stadt Schlieren sind Prioritätsgebiete zur Nutzung von Abwärme und Abwasserenergie bezeichnet. *(Quelle: Stadt Schlieren)*

anschlüsse an das Gasnetz sind möglich, jedoch ist in den Heizzentralen eine Platzreserve für Wärmepumpen oder Wärmetauscher vorzusehen. Die Heizungsanlagen sind auf Niedertemperaturbetrieb auszulegen, was den späteren Anschluss an einen Wärmeverbund erleichtert.
Eine weitere Festlegung betrifft das Postzentrum Mülligen im Osten der Stadt. Dieses Areal erhält den Status «Prioritätsgebiet zur Abwärmenutzung aus der ARA Werdhölzli». Dies bedeutet, dass zur Energieversorgung primär Abwasserenergie genutzt werden muss. Ein Zusammenschluss mit dem Energieverbund nördlich der Stadt oder eine Ausdehnung der Abwärmenutzung aus ARA in die angrenzenden Gebiete ist möglich.

3.2 Konzessionsvergabe

Der kommunale Energieplan zeigt auch die Umsetzung des Energieversorgungskonzeptes vor: Sie soll durch Vergabe einer Konzession zum Bau von Wärme- und Kältenetzen an einen *Contractor* erfolgen. «Die Stadt Schlieren wirkt lediglich unterstützend und klärt mit Bund und Kanton die finanzielle Förderung.» Auf dieser Grundlage führt Schlieren Anfang 2005 eine Contractor-Evaluation für den Bau und Betrieb eines Leitungsnetzes durch. Den Zuschlag erhält ewz, das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, das ein integrales Konzept zur etappierten Erschliessung des ganzen Gebietes vorlegt – nach dem Prinzip «dezentral beginnen, später verknüpfen». Die Konzession wird für eine Dauer von 35 Jahren erteilt – mit Option auf Verlängerung. Sie beinhaltet das Recht, im festgelegten Gebiet Leitungen und Kabel für einen Energieverbund zu verlegen.
Im *Konzessionsvertrag* verpflichtet sich die *Stadt Schlieren,*

- in Nutzungsplänen und Sondernutzungsplänen (Gestaltungsplan, Sonderbauvorschriften) die rechtlichen Voraussetzungen für Anschlüsse an den Energieverbund zu schaffen;
- in Baubewilligungen, soweit zweckmässig und erforderlich, eine (wirtschaftlich) bedingte Anschlussverpflichtung zu verfügen;
- beim Erwerb von Durchleitungsrechten bei Privaten, wo erforderlich, mitzuwirken.

Im Gegenzug übernimmt es das *Elektrizitätswerk Zürich,*

- bei Kundinnen und Kunden aktiv für den Anschluss an den Energieverbund zu werben;
- die Jahreskosten von konventionellen Wärme-/Kälteanlagen im Eigenbau mit den Jahreskosten der Energielieferung aus dem Energieverbund zu berechnen und diesen Vergleich den Kundinnen und Kunden in einer verständlichen Form vorzulegen;
- ein ökologisches Controlling für den Energieverbund aufzubauen und jährlich Bericht zu erstatten.

3.3 Energiekonzept «Post»

Gestützt auf die Konzession beginnt ewz im Jahr 2005 mit der Planung. Das Konzept sieht vor, in einem ersten Schritt im Gebiet Schlieren Nord einen *Energieverbund* mit gewerblicher Abwärmenutzung aufzubauen und parallel dazu die Post Mülligen mit Abwasserenergie von der ARA Werdhölzli zu erschliessen *(Abb. 5).* In einem späteren Schritt sollen die beiden Versorgungsnetze schrittweise erweitert werden. Dies wird es dereinst erlauben, ein grosses Gebiet mit Energie aus Abwasser zu versorgen. Die umfassende Lösung gewährleistet auch die Wirtschaftlichkeit der Investitionen des Contractors.
Für die Post kommt das Angebot

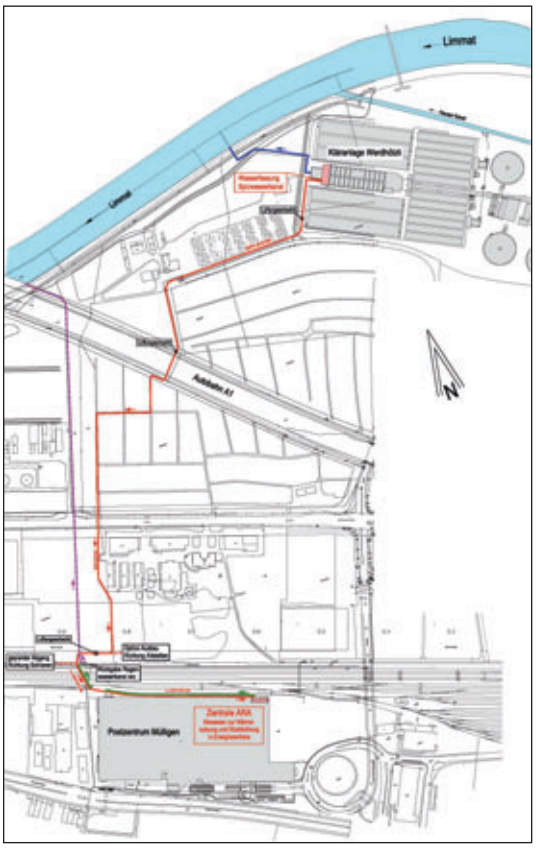

Abb. 5 Die 1,5 km lange Fernleitung zwischen Kläranlage und Postzentrum ist seit Herbst 2006 in Betrieb. *(Quelle: ewz)*

von ewz zum richtigen Zeitpunkt. Im Rahmen der Planung zur Umnutzung des Standorts Mülligen vom Paket- zum Briefsortierzentrum sind die ersten Abklärungen zur konventionellen Erneuerung der Energieversorgung zwar bereits abgeschlossen. Wie ein Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen der vorgesehenen Eigenversorgung mittels Erdgas und dem Contracting-Angebot von ewz ergibt, ist die Lösung mit Abwasserenergie unter Berücksichtigung der Lebens-Zyklus-Kosten jedoch ökonomisch im Vorteil. *Fünf Faktoren* machen den Unterschied aus:

I. Die Erschliessung der Energiequelle Abwasser (Pumpwerk, Fernleitung) weist eine hohe Lebensdauer auf. Dadurch sind die Erneuerungszyklen bei der Variante Abwasserenergie länger. Die Investitionen lassen sich über eine längere Frist amortisieren.

II. Bei der Abwasserenergienutzung ergeben sich *Synergien* zwischen Wärme- und Kälteerzeugung. Beide Formen von Nutzenergie lassen sich mit einer Anlage, der Wärme-Kälte-Maschine, erzeugen.

Abb. 6 Im Auslaufkanal des Filtrierwerks der Kläranlage entnimmt eine lastregulierte Pumpe das gereinigte Abwasser für den Energieverbund. *(Quelle: ewz)*

III. Die bestehenden *Gasheizkessel* können zur Spitzenlastdeckung und Redundanzsicherung weiter verwendet werden. Es müssen keine neuen Heizkessel installiert werden.

IV. Die *Rückkühlung* erfolgt in der Regel durch ARA-Wasser. Nur wenn die Temperatur der Limmat über 25 °C steigt, kommt eine alternative Rückkühlung mit Aussenluft zum Einsatz. Das konventionelle Rückkühlwerk auf dem Dach kann dabei deutlich kleiner dimensioniert werden als bei konventioneller Kälteproduktion mittels Aussenluft. Grund: Durch den geringen Deckungsgrad des Rückkühlwerks an der Kälteproduktion (nur 5 % des Jahresbedarfs) muss keine Optimierung des Rückkühlwerks hinsichtlich der Performance erfolgen.

V. Die Nutzung von regenerativer Abwasserenergie wird vom Kanton Zürich gefördert, sofern die Wärmepumpe eine Jahresarbeitszahl von mindestens 4 für Raumheizung, respektive 3 für Warmwasser erreicht. Pro MWh Jahresenergieproduktion wird ein einmaliger Betrag an die Beschaffungskosten von 100 Franken entrichtet.

Angesichts der Wirtschaftlichkeit der Abwasserenergienutzung wird der Anschluss des Postzentrums Mülligen an das Klärwerk Werdhölzli gemäss Energieplan für die Post verbindlich. In Anbetracht der Vorteile des Energie-Contractings *(Kasten 2)* und des grossen Beitrags der Abwasserenergienutzung an die Ziele zur Reduktion der CO_2-Emissionen, die die Post gemäss Zielvereinbahrung mit dem Bund (CO_2-Gesetz) erreichen muss, bringt die Lösung der Post mehrfachen Nutzen.

Argumente für ein Energie-Contracting

Die Auslagerung der Energiebereitstellung an ein professionelles Energiedienstleistungsunternehmen bietet einem Energienutzer mehrfach Vorteile: Die Zuständigkeiten sind klar geregelt, die Verfügbarkeit und Betriebssicherheit der Anlage sind rund um die Uhr garantiert, die Kosten sind langfristig kalkulierbar und für Effizienz besteht in hohem Masse Gewähr, weil der Erfolg des Contractors direkt damit verknüpft ist.
Mit Energie-Contracting erstellt der Contractor Energieversorgungskonzepte für Bauten, übernimmt die Verantwortung für die Planung, die Finanzierung und den Bau der entsprechenden Anlagen und betreibt diese Energieversorgungsanlagen während der Vertragslaufzeit. Die Kunden werden mit der von ihnen gewünschten Energie in der notwendigen Menge versorgt.
Im Energie-Contracting trägt der Contractor das Investitions- und Betriebsrisiko. Der Contractor ist Eigentümer der von ihm erstellten Energieversorgungsanlagen. Dem Kunden wird während der Vertragslaufzeit ein Energiepreis verrechnet, der sich aus einem fixen sowie einem verbrauchsabhängigen Teil zusammensetzt. Der Contractor stellt den Betrieb mittels eines Pikettdienstes an 365 Tagen im Jahr sicher.
Diese Dienstleistung kann für verschiedenste Arten von Gebäuden wie z. B. Wohnbauten, Dienstleistungsgebäude, Hotels und Gastrobetriebe angeboten werden, unabhängig, ob es sich um Neubauten oder Sanierungen handelt. Für die Kunden ist eine Zusammenarbeit besonders dann interessant, wenn er ohne eigenes Risiko und ohne eigene Investitionen ökologische Energieversorgungslösungen umsetzen will, welche die Voraussetzung der Wirtschaftlichkeit über die Vertragslaufzeit erfüllen.

Kasten 2

Abb. 7 Kältezentrale des Postzentrums Mülligen mit der neuen Ammoniakanlage. *(Quelle: ewz)*

Das Verhältnis zwischen Post und ewz wird mit zwei Verträgen geregelt: einem *Dienstbarkeitsvertrag,* der dem ewz den Bau und den Betrieb der Energiezentrale im Postgebäude ermöglicht, und einem *Energie-Contracting-Vertrag,* der die Dienstleistungen des Contractors und deren Abgeltung festlegt – Laufzeit 30 Jahre.

3.4 Abwasser – Nutzungsvertrag

Für die Gewinnung des gereinigten Abwassers aus dem Klärwerk Werdhölzli schliesst das ewz mit dem für den Betrieb der Kläranlage zuständigen ERZ einen Abwasser-Nutzungsvertrag ab. Auf die Erteilung einer Konzession für die Nutzung des Abwassers wird verzichtet, weil beide Vertragspartner zur Stadt Zürich gehören. Ebenso wird von einer Entschädigung für die Nutzung des Abwassers abgesehen.
Der Nutzungsvertrag ermöglicht es dem ewz im Spülwasserkanal der Filtration – unmittelbar vor dem Auslauf der ARA – ein *Entnahmebauwerk* zu installieren. Die Pumpen werden im Betriebsgebäude des Filtrierwerks aufgestellt *(Abb. 6).* In der ersten Betriebsphase kommt eine drehzahlregulierte Pumpe mit einer Fördermenge von 650 m³/h zum Einsatz; beim Vollausbau des Energieverbundes werden zwei zusätzliche Pumpen installiert. Der Transport des Abwassers erfolgt über eine 1,5 km lange *Fernleitung* (DA 500 HPDE). Diese wird teils im Erdreich, teils in bestehenden Meteorwasserkanälen bzw. Hochwasserentlastungsstollen verlegt. Vor dem Eintritt ins Postgebäude Mülligen wird ein *Verteilbauwerk* erstellt, das im Endausbau den Abwasserstrom auf drei Stränge aufteilt:

– *Strang 1:* Post Mülligen (mit Erweiterungsoption Zürcherstrasse)
– *Strang 2:* Gewerbegebiet Altstetten
– *Strang 3:* Schlieren Nord

In der *Energiezentrale* des Postzentrums wird das Abwasser über einen *Wärmetauscher* geführt, der mittels eines technischen Zwischenkreises mit der *Wärmepumpe* verbunden ist. Ein solcher Zwischenkreis führt zwar zu einer geringen Einbusse der Temperaturgrädigkeit und damit der Performance der Wärmepumpe, dennoch ist er im Kanton Zürich aus Gründen des Gewässerschutzes Vorschrift. Nach der Abkühlung wird das Abwasser über einen bestehenden Meteorwasserkanal der Stadt Zürich zur Limmat geleitet, wo ergänzende bauliche Massnahmen für die Einhaltung der fischereirechtlichen Bestimmungen sorgen.
Die neue *Wärme-Kälte-Maschine* in der Energiezentrale des Postzentrums *(Abb. 7)* nutzt die Energiequelle Abwasser zur Rückkühlung der Abwärme aus der Kälteproduktion, sofern diese nicht zur Raumheizung Verwendung findet. Dies ist insbesondere im Sommer der Fall, wenn die vielen automatisierten Anlagen zur Briefsortierung eine Kühllast von 4,9 Megawatt erfordern und kein Raumwärmebedarf besteht. Im Winter dient die Energiegewinnung aus Abwasser dagegen zu Heizzwecken.
Anfang 2007 nahm ewz die neue Wärme-Kälte-Maschine in Betrieb. Seither läuft der Betrieb ohne nennenswerte Störungen. Einer Verschmutzung des Wärmetauschers, wie sie von anderen Abwasserenergieanlagen bekannt ist, wird durch eine periodische automatisierte Reinigung vorgebeugt.

3.5 Eingeschränkte Energienutzung

Die Abwassertemperaturen der ARA Werdhölzli bieten für die Energienutzung günstige Verhältnisse *(Abb. 8).* Im Winter fallen sie nie unter 10 °C, was gute Voraussetzungen für den effizienten Betrieb der Wärmepumpe bedeutet. Im Sommer steigt die Temperatur nur selten über 22 °C, was auch zum Kühlen geeignete Bedingungen schafft.
Der Heizbetrieb führt zu einer Abkühlung des Abwassers. Dies wird aus Sicht des Gewässerschutzes begrüsst. Anders sieht die Situation

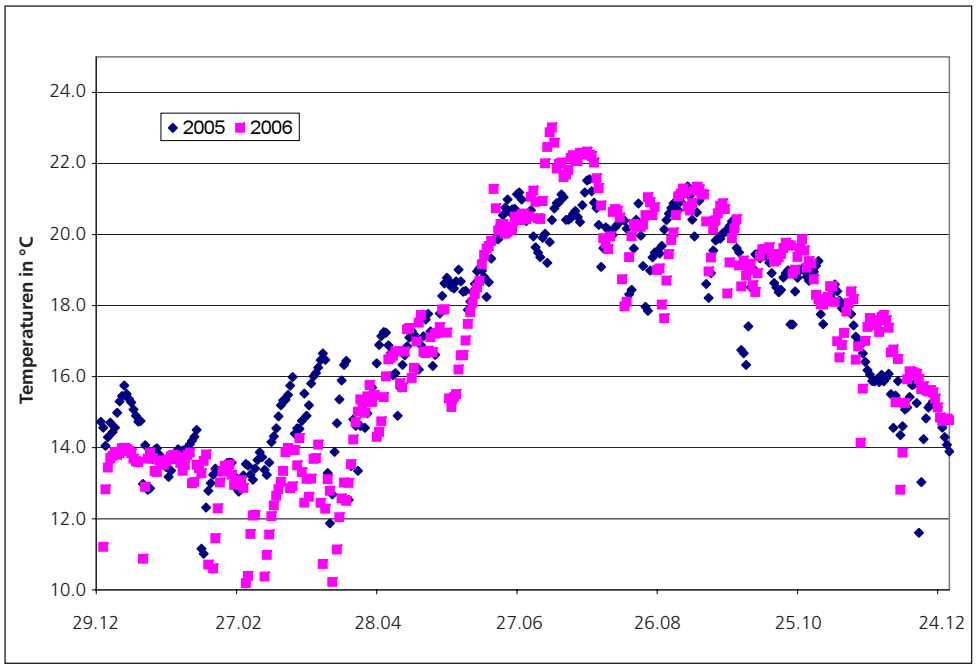

Abb. 8 Die Abwassertemperaturen des Klärwerks Werdhölzli eignen sich im Winter zum Heizen und im Sommer zum Kühlen. *(Quelle: ERZ)*

bei der Verwendung des Abwassers zu Kühlzwecken aus. In diesem Fall wird das Abwasser erwärmt. Auch wenn die Einleitung des energetisch genutzten Abwassers die Temperaturen der Limmat nur marginal beeinflusst, kann die Situation im Sommer kritisch werden. Der Grund liegt darin, dass die Wassertemperatur des Flusses an heissen Sommertagen 25 °C überschreitet, was gemäss dem Wasserwirtschaftsgesetz als obere Grenze für die Einleitung von Kühlwasser in ein Gewässer gilt. Die Konzession, welche das AWEL dem ewz für die Einleitung des erwärmten Abwassers in die Limmat erteilt hat, enthält daher zwei Auflagen: Zum einen darf die Temperatur des Abwassers 30 °C nicht übersteigen; zum anderen muss die Rückkühlung der Kälteproduktion im Postzentrum Mülligen mittels Abwasser abgestellt werden, sobald die Temperatur der Limmat 25 °C übersteigt. Technisch löst ewz diese Auflage durch eine Online-Messung der Limmatwasser-Temperatur. Sobald die kritische Grenze erreicht wird, schaltet die Kälteanlage auf Notkühlung mit Aussenluft um *(Tab. 1)*.

Klärwerk Werdhölzli			
Bemessungsgrösse		670 000 EW	
Abflussmenge (Trockenwetter-Mittel Q_{24})		2,3 m^3/s	
min. Nachtabfluss		1,4 m^3/s	
Abwassertemperatur	max. Sommer	23 °C	
	min. Winter	12 °C	
Briefpostzentrum Mülligen			
Arbeitsplätze		ca. 1 700	
Volumen (SIA)		ca. 1 000 000 m^3	
Wärmeleistungsbedarf		7 200 kW	
Kälteleistungsbedarf		4 900 kW	
Abwasserenergieanlage (1. Etappe)			
Wasserentnahme im Auslauf ARA (Primärkreis)		0,18 m^3/s	
Leistungsaufnahme Förderpumpe		20 kW	
Fernleitung Länge/Dimension		1 300 m/500 mm	
Übertragungsleistung Wärmetauscher		4 500 kW	
min. Abwassertemperatur bei Einleitung in Limmat		6 °C	
max. Abwassertemperatur bei Einleitung in Limmat		30 °C	
Wärme-Kälte-Maschine (Zentrale Post)			
Anzahl Kompressoren (Leistungsstufen)		3 Niederdruck-Verdichter	
		5 Hochdruck-Verdichter	
Kältemittel		Ammoniak	
Wärmeleistung		5 600 kW	
Kälteleistung		4 300 kW	
Vorlauftemperatur im Heizbetrieb		max. 65 °C	
Vorlauftemperatur im Kühlbetrieb		8 °C bis 12 °C	
Energiebereitstellung konventionell (Zentrale Post)			
Heizkessel Gas		6 300 kW	
Kompressionskältemaschine (bestehend)		600 $kW_{thermisch}$	
Technische Speicher		55 m^3 Wärme	20 m^3 Kälte / 10 m^3 WRG
Energie und Ökologie		*1. Etappe (Post)*	*Ziel Endausbau*
Jahresproduktion Wärme (total)		9 500 MWh	52 000 MWh
- WRG Kältemaschine		30 %	20 %
- Abwasserwärmepumpe		50 %	60 %
- Heizkessel Erdgas		20 %	20 %
Jahresproduktion Kälte (total)		8 400 MWh	16 700 MWh
- Rückkühlung mit Abwasser		92 %	92 %
- Rückkühlung mit Aussenluft (Limmat > 25 °C)		8 %	8 %
Reduktion der CO_2-Emmissionen		3 400 t/Jahr	8 900 t/Jahr

Tab. 1 Daten Wärmeverbund Schlieren.

4. Zusammenfassung

Die Energieversorgung des Postzentrums Mülligen und der Energieverbund Schlieren sind Musterbeispiele für die sinnvolle Nutzung von standortgebundenen Abwärmequellen in der Schweiz. Wie die lange Vorgeschichte und der vielschichtige Prozess zeigen, erfordert die Nutzung von Abwärme ein strukturiertes Vorgehen. Anders lassen sich die enormen Abwärmepotenziale in Industriebetrieben und Kläranlagen nicht wirtschaftlich nutzen. Das zentrale Instrument zur Erschliessung grosser Abwärmeangebote ist die Energieplanung. Erst der Energieplan schafft die rechtlichen Grundlagen und Sicherheiten für die nötigen Investitionen.
Ebenso wichtig ist aber auch der Einbezug von Energiespezialisten, welche die komplexe Aufgabe der Umsetzung wahrnehmen können. Die Realisierung von grossen Energieverbünden gehört in die Hände von professionellen Energiedienstleistungsunternehmen, die solche Projekt managen können und den Part des Bindeglieds zwischen Abwärmeanbietern und Energienutzern übernehmen. Dass dies im Falle des Energieverbundes Schlieren und der Energieversorgung des Postzentrums Mülligen möglich wurde, ist primär das Verdienst der Stadt Schlieren. Man hat sich in Schlieren nicht damit begnügt, Potenziale zu erheben, sondern man hat sich im Rahmen der Energieplanung auf vorbildliche Art auch um die Umsetzung bemüht. Der Schlüssel zum Erfolg war zweifellos die Vergabe einer Konzession zum Bau und Betrieb eines Energieverbundes. Das ewz war in der glücklichen Lage, diese Aufgabe wahrnehmen zu dürfen und dabei sein grosses Know-how bei der Realisierung von komplexen Energieversorgungsanlagen einzubrin-

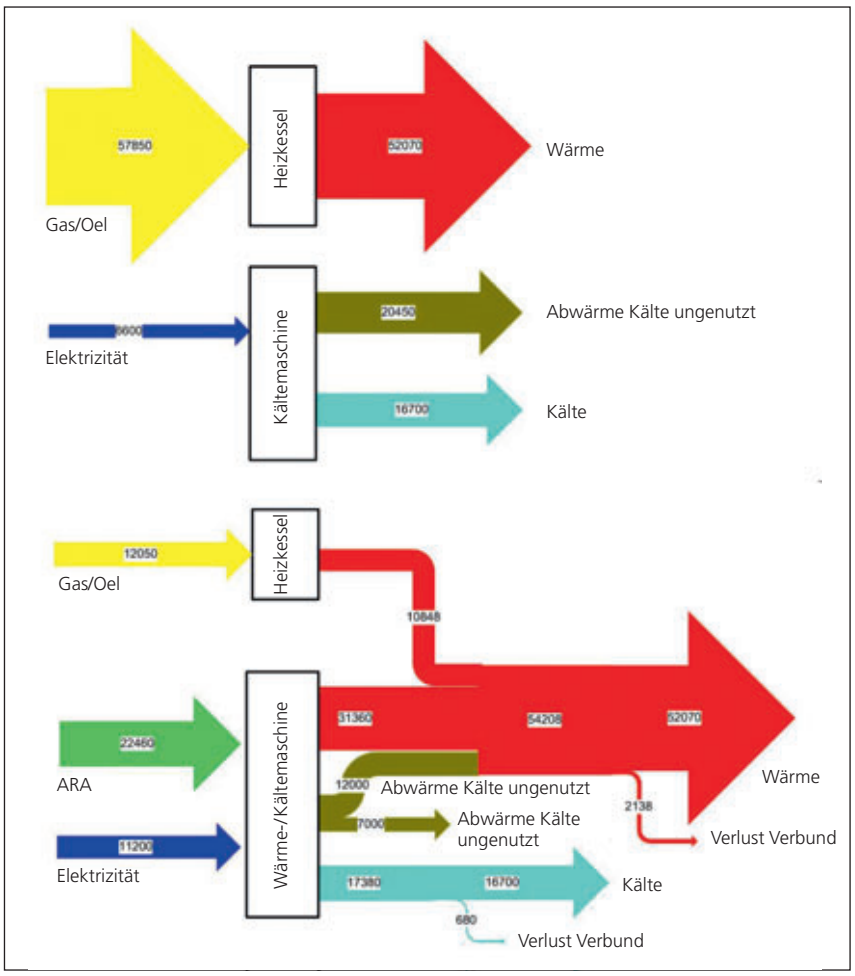

Abb. 9 Im Vergleich zu einer konventionellen dezentralen Energieversorgung *(oben)* verbraucht der geplante Abwasser-Energieverbund Schlieren *(unten)* nur einen Fünftel an fossiler Energie. Alle Angaben in [MWh]. *(Quelle: ewz)*

gen. Gewinner sind nicht nur die vielen Kunden, die fortan über eine sichere und wirtschaftliche Energieversorgung verfügen, sondern auch die Umwelt. Der Verbrauch an fossilen Energien sinkt im Endausbau des Abwasserenergieverbundes auf einen Fünftel *(Abb. 9)*. Die CO_2-Emissionen vor Ort werden jährlich um rund 9000 Tonnen reduziert. Für die Stadt Schlieren, die das Label «Energiestadt» anstrebt, ist dies ein Meilenstein.

Literaturverzeichnis

[1] *ewz* (2002): Wärmeverbund Wipkingen – Saubere Luft dank Wärme aus Abwasser.
[2] *ewz* (2001): Wärmeverbund Moos in Zürich Wollishofen – Mit Quellwasser heizen und Ressourcen schonen.
[3] *ewz* (2006): Energieverbund Binz – Nutzung von Abwärme für 950 Wohnungen.
[4] *ewz* (2006): Badrutt's Palace Hotel und Schulhaus Grevas in St. Moritz – Wärme aus dem See. Downloads unter *www.stadt-zuerich.ch/internet/ewz/home/services/publikationen.html*

Keywords
Energierückgewinnung aus Abwasser – Energieplanung – Energie-Contracting – Wärmepumpe – Kältemaschine – Gewässerschutz

Adresse des Autors
Christoph Deiss, dipl. Masch. Ing. FH
Ressortleiter Energieverbunde
ewz, Energiedienstleistungen
Tramstrasse 35
CH-8050 Zürich
Tel. +41 (0)58 319 47 12
edl@ewz.ch