

# Abwasserwärmepumpe mit Propan

Erwin Ochsner, Wald (Zürich)

*Im Schulhaus Limmat der Stadt Zürich mit 46 Schulräumen, zwei Turnhallen und zwei Wohnungen wurde eine Wärmepumpenanlage für den bilateralen Betrieb mit einem Gasheizkessel installiert. Sie weist zwei Besonderheiten auf: Als Abwärmequelle dient Rohabwasser aus dem Quartier und die Wärmepumpe wird mit Propan betrieben.*

Bereits in den 20er Jahren des letzten Jahrhunderts wurden Kohlenwasserstoffe als Kältemittel in Kälteanlagen und Kühlschränken verwendet. Mit Einführung der FCKW's – die zum damaligen Zeitpunkt als umweltfreundlich eingestuft wurden – bestanden für Kohlenwasserstoffe wegen Sicherheitsbedenken keine Marktchancen mehr. Lediglich in der chemischen Industrie wurden und werden sie nach wie vor eingesetzt.

Im Zusammenhang mit dem FCKW-Ausstieg und der am Dortmunder Hygieneinstitut durchgeführten Versuche wurden Kohlenwasserstoffe erneut als Kältemittel diskutiert. Seit 1990 werden diese im Bereich der Kühl- und Gefriergeräte, und seit 1992 auch in der Klimakältetechnik sowie im Wärmepumpenbau, untersucht und inzwischen hauptsächlich in Kompaktgeräten angeboten.

## Anlagenaufbau

Im Schulhaus Limmat wird mittels eines Gaskessels Heizwasser mit Erdgas erzeugt. Zum Betrieb in der Übergangszeit und zur Aufheizung des Warmwassers ließ das Amt für Hochbauten der Stadt Zürich eine Wärmepumpe installieren. Als Wärmequelle dient das Abwasser des hinter dem Schulhaus durchführenden Rohwasserkanals. Darin eingebaut ist ein Wärmetauscher aus rostfreien Stahlblechflachschalen. Insgesamt wurden 30 Wärmetauscherelemente mit 72 m<sup>2</sup> Wärmetauscherfläche eingebaut. Als Kälteflüssigkeit fungiert Kaltwasser mit 10% Glykolanteil, das mittels Pumpe zum Verdampfer der Wärmepumpe geführt wird. In der Wärmepumpe wird die dem Abwasser entzogene Energie auf ein höheres Temperaturniveau gehoben und vermehrt, um die Verdichterantriebsenergie im Verflüssiger an das Heizwasser abzugeben. Ein technischer Speicher mit 4 m<sup>3</sup> Inhalt trennt das Wärmepumpensystem vom Heizsystem mit dem Gaskessel. Mittels Plattentauscher wird das Warmwasser aufgeheizt und durch eine Ladepumpe dem Boiler mit einer Kapazität von 2,4 m<sup>3</sup> zugeführt.

## Wärmequelle Rohabwasser

Rohabwasser ist eine ideale Wärmequelle mit einer Durchschnittstemperatur von +14 °C. Im Winter sinkt die Zulauftempera-

## zum Autor

**Dipl. Masch.-Ing.  
FH Erwin Ochsner,  
Fachjournalist  
Kälte Klima Lüftung  
Heizung,  
Wald (bei Zürich)**



tur selten unter +10 °C und ist somit auch während der Heizperiode ein idealer Energieträger. Dabei ist anzumerken, dass bei einer Wassertemperatur unter 8 °C die Wärmepumpe stillgelegt werden muss. Messungen zeigten aber, dass auch im Winter die Wasserzulauftemperatur nicht unter +13 °C gesunken ist. Der Kanal führt die Abwässer aus drei Stadtkreisen dem Klärwerk Werdhölzli zu und weist ganzjährig eine genügende Wassermenge von durchschnittlich 1400 m<sup>3</sup>/h auf. Bei starken Sommergewittern und bei der Schneeschmelze steigt die Abflussmenge kurzzeitig stark an. Mit der Abwärmeenergie kann 85% der benötigten Wärmemenge des Schulhauses inkl. Warmwasser erbracht werden.



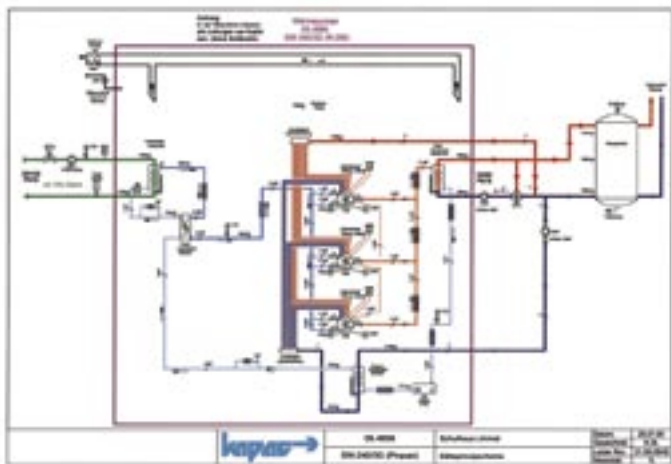
Monoblockgerät mit der eingebauten Wärmepumpe. Gut sichtbar die Revisionstüranordnung zur Bildung einer Wanne



Anschlüsse der Kalt- und Heizwasserleitungen sowie der Zylinderkopfkühlung seitlich am Monoblock



Gasheizkessel mit einer Heizleistung von 425 kW



Prinzipschema der Wärmepumpenanlage



Wärmetauscher im Abwasserrohr eingebaut



Verbindung zur Serienschaltung der Wärmetauscherschalen



Technischer Speicher vor dem Anbringen der Wärmedämmung

## Die Wärmepumpe

Gemäß den Sicherheitsanforderungen ist das gesamte Wärmepumpensystem in ein gasdichtes Monoblockgerät von 7-Air eingebaut. Zur Verdichtung werden drei halbermetische Kompressoren vom Fabrikat HKT Goeldner eingesetzt. Sie sind in einen Kältekreislauf eingebunden. Verdampfer und Kondensatoren vom Fabrikat BMS sind in gelöteter Plattenbauart ausgeführt. Sämtliche Kältemittel führenden Leitungen sind aus Kupferrohr. Die Verdichter sind mit einer Zylinderkopfkühlung ausgerüstet, die mit Heizwasser betrieben wird. Das Heizwasser wird direkt in den Heizkreislauf eingebunden.

Die Kälteanlage im Monoblockgerät ist gut zugänglich durch die großen Revisions-türen. Diese sind so angeordnet, dass eine U-förmige Wanne entsteht zur Aufnahme von Propangas, das bei einem Leck ausfließen könnte, da Propan schwerer ist als Luft. Die Anlage steht auf einem Podest, wobei der Gehäuseboden auf gleicher Höhe liegt wie der Gehweg im anschließenden Schulhof. Weiter ist das Gerät mit einer Entlüftungsanlage versehen, die vom untersten Punkt des Gerätes die Luft resp. das Propan absaugt. Die Leitung führt direkt ins Freie. Der Ventilator wird eingeschaltet, sobald der Sensor im Gerät oder auf dem Boden der Heizzentrale Propan-gas feststellt. Zugleich wird eine Warnleuchte am Eingang der Heizzentrale in Betrieb gesetzt. Der Eintritt ist dann nur noch mit Gasschutzgeräten gestattet, bis die Konzentration des Gas/Luftgemisches wieder auf ein zulässiges Maß gesunken ist.

Sämtliche elektrischen Schaltapparate sind im Schaltschrank der Heizungsanlage eingebaut. Die Regelung der Wärmepumpe ist in diejenige der gesamten Heizungsan-

lage eingebunden. Die dazugehörige SPS-Steuerung für die Kompressorsteuerung, Pumpen, Ventile usw. ist ebenfalls im Schaltschrank eingebunden. Sämtliche Regel- und Steuerorgane sind vom Fabrikat SAIA.

## Propan als Kältemittel

Propan mit der ASHRAE-Bezeichnung R290 ist ein ungiftiger Kohlenwasserstoff, der weder ein Ozonabbau-potenzial besitzt noch einen direkten Treibhauseffekt erzeugt. Die thermodynamischen Eigenschaften von R290 sind ähnlich dem von R22. Reinpropan hat einen süßlichen Duft bei einer hohen Geruchsschwelle. Die Entsorgung von Propan ist unproblematisch und kostengünstig.

Handelsübliches Propan beinhaltet normalerweise nur 47,5% Massenanteil Propan. Als Kältemittel ist es ungeeignet. Für Kältesysteme verwendbar sind:

- Drivosol R290: Enthält mind. 97% Propan und max. 3% Butan
- Propan 2.5: Enthält mind. 99,5% Propan
- Propan 3.5: Enthält mind. 99,95% Propan, Wassergehalt max. 5 ppm

Die Drücke sind im Verdampfungsbereich ähnlich R22, aber im Verflüssigungsbereich gibt es erhebliche Unterschiede. Die niedrigen Drücke im Verflüssigungsbereich ermöglichen eine Erweiterung der oberen Einsatzgrenze auf 55 bis 65 °C, also bestens geeignet für den Einsatz in Wärmepumpen. Als Schmierstoffe können Mineralöle und Esteröle eingesetzt werden.

## Sicherheitstechnische Ausführungen

Aufgrund der Explosivität der Kohlenwasserstoff-Kältemittel in Verbindung mit Luft

müssen die Geräte bestimmte Anforderungen erfüllen, um sicheren Betrieb ohne Gefahr für die Umgebung zu ermöglichen.

Kältemittel	Untere Explosionsgrenze	Obere Explosionsgrenze	Zündtemperatur
R290 (Propan)	2,4 Volumen %	9,5 Volumen %	510 °C



*Gasdetektor auf dem Fußboden mit Berührungsschutz*

Explosionen benötigen neben einem explosiven Gas/Luftgemisch auch eine Zündquelle wie z. B.:

- Offenes Feuer oder heiße Oberflächen
- Funken, erzeugt durch Unterbrechung von elektrischen Kontakten
- Entladung von statischer Elektrizität bei hohen Potenzialen
- Funken bei punktueller Umsetzung von mechanischer Energie, z. B. Reibfunken beim Feuerzeug, Schlägen mit Hammer oder Steinen

Mit brennbaren Kältemitteln ist Abwägen des Risikos und die Einhaltung der Sicherheit ein absolutes Muss. Es ist deshalb unbedingt notwendig, die maßgeblichen Normen und Vorschriften einzuhalten sowie die notwendigen Bewilligungen einzuholen.



*Warnleuchte über der Eingangstür zur Heizzentrale*



Ordner mit den Zertifizierungsunterlagen PED und ATEX für die Propanwärmepumpe

#### Quellen:

- Amt für Hochbauten der Stadt Zürich, Patrick Renold
- Technische Dokumentation von Kapag, Kälte Wärme AG

### Technische Daten

Bei der Wärmeerzeugungsanlage mit einem Heizkessel von 425 kW Leistung weist die Wärmepumpe folgende Leistungen auf:

Kälteleistung	180 kW
Wasser/Glykol	9/5 °C
Verdampfungstemperatur	+4 °C
Heizleistung	252 kW
Heizwasser	50,5/60 °C
Verflüssigungstemperatur	60 °C
Boilerladung	63/45 °C
Verflüssigungstemperatur	65 °C
Kältemittelmenge	25 kg

Durch die Wärmepumpe ergibt sich auf der Basis des Schweizerischen Strommix eine CO<sub>2</sub>-Reduktion von 230 000 kg/a. ■

### Beteiligte Firmen

**Idee und Konzept:** – Amt für Hochbauten der Stadt Zürich

**Planung und Kältemittelberatung:** – Technisches Büro TB Holzinger Ingenieurgesellschaft, A-1120 Wien

**Haustechnik:** – Gruneko AG, Basel

**Wärmepumpe:** – Kapag, Kälte und Wärme AG, CH-8126 Zumikon

**Kanalwärmetauscher:** – KASAG, Apparate und Behälterbau, CH-3550 Langnau

**Verdichter und Techn. Unterstützung:** – **HKT** Goeldner, D-83128 Halfing

**Sicherheitsprüfung:** Swiss Technical Services AG, CH-8304 Wallisellen