

Modernisierung eines U-Bahnhofes

Einsatz einer VRF-Klimaanlage

Lars Löscher, Dresden

Obwohl die Akzeptanz zu Klimaanlage immer besser wird, ist es nicht immer leicht, eine Anlage in einem Bauvorhaben fest zu platzieren. Wenn nach den ersten Kostenschätzungen die Gesamtkosten der Haustechnik zu hoch sind (und das sind sie meistens), wird zuerst die Klimaanlage als „nicht nötig“ eingestuft und gestrichen. Die Heizung jedoch nie! Dieser Fakt soll als Ansatz genommen werden, um bei einer Neuinstallation der Haustechnik, eine VRF-Anlage einzusetzen.

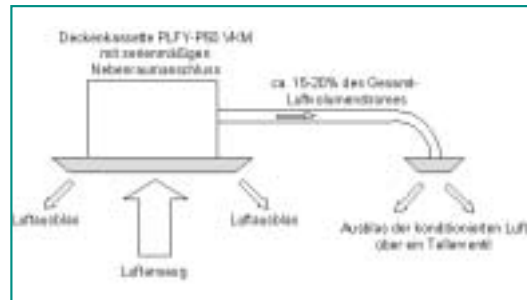


Bild 1

Deckenkassette mit Nebenumanschluß

te Einwand, dass mit Strom geheizt wird und deshalb hohe Betriebskosten zu erwarten sind, soll im Folgenden widerlegt werden.

Als Beispiel soll hier ein Projekt in Berlin dienen, wo mit drei R2-Anlagen 21 Läden geheizt und gekühlt werden.

Im Zusammenhang mit dem Ausbau einer Ladenpassage im Zwischengeschoss des U-Bahn-Hofs Fehrbelliner Platz, wurde für die entstehenden Läden und Nebenräume RLT- und Klimaanlage benötigt. Für die Temperierung der Läden (Heizen/Kühlen) wurden Multi-Split-Klimaanlagen mit Innengeräten für den Deckeneinbau vorgesehen. Wenn Nebenräume vorhanden sind, werden diese über ein Tellerventil, welches durch ein flexibles, wärmege-dämmtes Rohr an die Inneneinheiten angeschlossen ist, klimatisiert (Bild 1). Jeder Laden soll unabhängig über eine Bedieneinheit mit der Inneneinheit heizen oder kühlen.

Die Planung und Installation der Anlage erfolgte durch die Firma Volker Schubert Kühl- und Klimaanlage GmbH aus Zeuthen bei Berlin. Die Firma Schubert befasst sich seit über 25 Jahren, mit insgesamt 18 Mitarbeitern, mit der Projektierung, Herstellung, Installation und dem Service von Kälte- und Klimaanlage.

Grundgedanke ist, bei solchen Projekten nicht eine Klimaanlage, sondern eine Heizungsanlage, also eine Luft-Luft-Wärmepumpe als monovalente Heizung anzubieten. Solche Projekte wurden schon oft ausgeführt und die Heizleistung war auch bei tiefen (und seltenen) Außentemperaturen unter $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ noch ausreichend. Es muss bei Ingenieur- und Planungsbüros diese Technik verstärkt propagiert werden. Auch für diese ist es gut, wenn sie solche fortschrittliche Technologie anbieten können und sich dadurch vom Wettbewerb abheben. Der häufig vorgebrach-



Bild 2

City-Multi-R2-Außeneinheit im U-Bahnschacht

Autor



Ing. Lars Löscher, Studium an der Fachschule Rudolf Diesel in Meißen, Spezialisierungsrichtung Kältetechnik. Danach vier Jahre Planungsingenieur in der Gewerbetälte, drei Jahre Betriebsleiter eines Kältefachbetriebs in Dresden. Ab 1998 Vertrieb von klimatechnischer Ausrüstung. Seit 2000 Vertriebsingenieur bei Mitsubishi Electric, Ratingen (Büro Dresden/Berlin).



Bild 3

**4-seitige ausblasende Deckenkassette
PLFY-P50 VKM**

Für die Realisierung des Bauvorhabens „U-Bahnhof Fehrbelliner Platz“ entschied sich der Betreiber für eine Mitsubishi Electric City-Multi-Anlage. Da jeder Ladenbereich unabhängig beheizt oder gekühlt werden soll, wurde eine Anlage der R2-Serie gewählt. Hiermit ist es möglich, im parallelen Betrieb gleichzeitig zu kühlen und zu heizen. So wird bei dem R2-System die im Kühlbetrieb erzeugte Abwärme für den Heizbetrieb wiederverwendet. Je mehr das R2-System im parallelen Betriebsmodus (kühlen/heizen) arbeitet, desto tiefer ist der Energiebedarf. Der Idealfall wäre somit 50 % Heizbedarf und 50 % Kühlbedarf, wobei die gesamte beim Kühlen entzogene Wärme zum Heizen verwendet



Bild 4

**2-seitige ausblasende Deckenkassette
PLFY-P20 VLMD**

werden kann. Die Verteilung des Kältemittels erfolgt über einen BC-Controller, entsprechend dem Heizbetrieb (gasförmiges Kältemittel) und dem Kühlbetrieb (flüssiges Kältemittel)

Mitsubishi Electric hat hierbei das weltweit erste und einzige 2-Leitungssystem für den parallelen Betriebsmodus. Dieses reduziert den Raumbedarf und den Installationsaufwand erheblich. Zum Beispiel sind für zehn Innengeräte beim R2-System nur 44 Anschlüsse nötig. Bei einem 3-Rohrsystem müssen in diesem Fall 154 Anschlüsse ausgeführt werden.

Tabelle 1

Eingesetzte Innengeräte für den Ladenbereich

Anzahl	Gerät	Bezeichnung	Kühlleistung	Heizleistung
6	2-Wege-Deckenkassette	PLFY-P20 VLMD	2,3 kW	2,6 kW
8	4-Wege-Deckenkassette	PLFY-P32 VKM	3,7 kW	4,1 kW
4	4-Wege-Deckenkassette	PLFY-P40 VKM	4,7 kW	5,2 kW
1	4-Wege-Deckenkassette	PLFY-P50 VKM	5,8 kW	6,5 kW
1	4-Wege-Deckenkassette	PLFY-P63 VKM	7,3 kW	8,3 kW
1	4-Wege-Deckenkassette	PLFY-P100 VKM	11,6 kW	13,0 kW

Stundenhäufigkeit der Außentemperaturen nach DIN 4710 Bsp.: Berlin Tempelhof ¹					
Außentemp.	h/a	Tatsächliche			h/a x LZ
		Heizleistung ^{2,3}	Leistungsaufnahme ³	LZ	
15-12	1.105,5	32,54	8,76	3,71	4.101,41
> 9	983,3	32,54	9,33	3,49	3.431,72
> 6	983,4	32,54	10,50	3,1	3.048,54
> 3	1.046,9	32,54	11,56	2,81	2.941,79
> 0	1.031,8	31,66	11,91	2,66	2.744,59
> -2	628,7	30,08	11,53	2,61	1.640,91
> -5	331,2	28,49	11,16	2,55	844,56
> -8	166,5	26,91	10,81	2,49	414,59
> -11	72,4	25,32	10,49	2,41	174,48
> -14	35,6	23,74	10,18	2,33	82,95
> -24	13,9	19,76	9,40	2,1	29,71
Summe	6.399,2				19.454,71

$$\frac{19.454,71}{6.399,2} = 3,04$$

Tabelle 2

Ermittlung der durchschnittlichen Leistungszahl (LZ) in Abhängigkeit der Außentemperaturhäufigkeit (Heizen)

¹ aus Kälte-Wärme-Klima, Taschenbuch 2000, S. 242

² bei Innentemperatur 21 °C DB

³ aus CITY-MULTI-Data Book 5/98

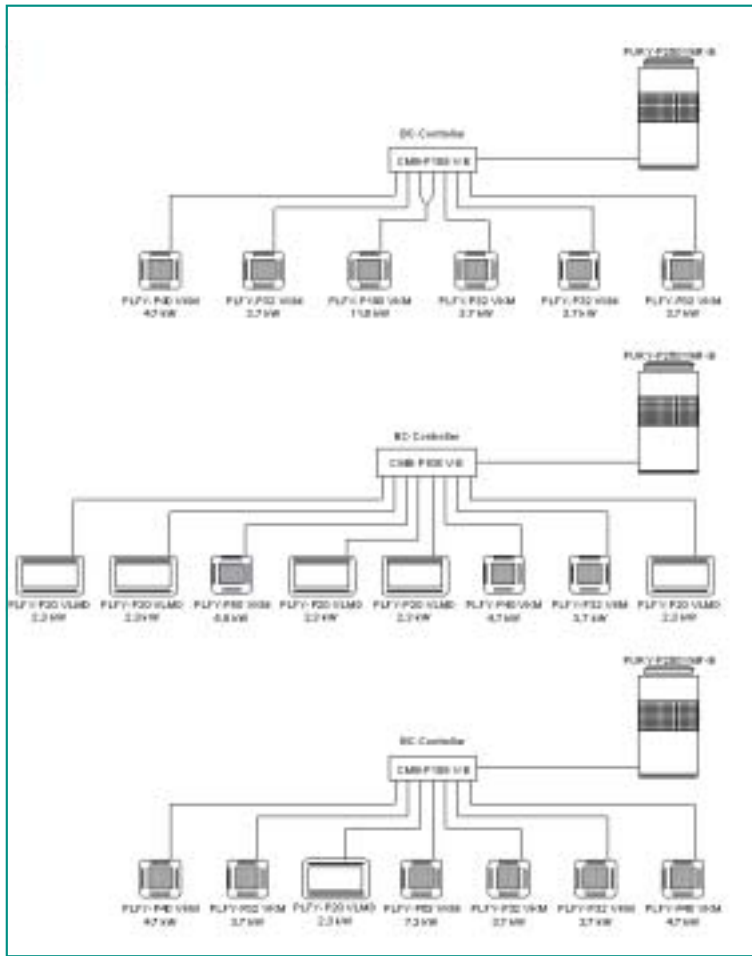


Bild 5

Anlagenschema R2-System im U-Bahnhof Fehrbelliner Platz

erwarten war. Weiterhin soll hierbei das Eintragen der wärmebelasteten Abluft, durch einführende U-Bahnzüge, auf den Bahnsteig verhindert werden (Bild 2).

Für die Ladenbereiche wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Innengeräte (Bild 3 u. 4) eingesetzt.

Die Aufteilung der einzelnen Innengeräte zu den jeweiligen Außengeräten ist in Bild 5 ersichtlich.

Für einen Vergleich der Betriebskosten wurden die installierten Werte als Verbrauchswerte festgelegt, da hierzu noch keine verlässlichen Werte vorliegen. Die Gesamtheizleistung beträgt somit 97 kW.

Für eine Heizsaison wurden 1 700 Vollbetriebsstunden angenommen. Die Arbeitszahl einer PURY-P250 YMF-B bei 100 % wurde berechnet aus Nennheizleistung und elektrischer Leistungsaufnahme in Abhängigkeit der Außentemperatur sowie der Außentemperaturhäufung (Tabelle 2).

In Tabelle 3 ist der Vergleich mit Öl bzw. Erdgas betriebenen Heizsystemen ersichtlich. Hier fallen die sehr geringen Betriebskosten der Mitsubishi-Electric City-Multi-Anlage auf. Diese resultieren zum einem aus dem sehr guten Wirkungsgrad der Anlage. Zum anderen spielt aber hier auch der Einsatz von einem Strom-Sondertarif eine entscheidende Rolle für die sehr niedrigen Betriebskosten. Dieser oder ein ähnlicher

Die im U-Bahnhof Fehrbelliner Platz montierte Anlage besteht aus drei Kältekreisläufen. Eingesetzt werden drei Außengeräte Typ PURY-P250 YMF-B. Die Außengeräte wurden im U-Bahnschacht

aufgestellt und über eine Filteranlage mit Frischluft versorgt. Die Filteranlage wurde notwendig, da durch den Bremsbelagabrieb eine übermäßige Verschmutzung der Wärmeaustauscher zu

Beispiel:	U-Bahnhof, Berlin
Wärmebedarf:	97.000,00 W
Vollbetriebsstunden pro Heizsaison:	1.700,00 h
Jahresverbrauch:	164.900,00 kWh

Tabelle 3

Betriebskostenvergleich Öl - WP

Ölheizung		Erdgas		Wärmepumpe	
durchschnittl. Nutzungsgrad Öl	0,80			Durchschnittl. LZ (Tab. 2)	3,04
Heizwert	10,00 kWh/l				
Ölverbrauch	20.612,50 l			Stromverbrauch	54.243,42 kWh
Ölpreis	0,77 DM/l	Arbeitspreis	7,62 Pf/kWh	Strompreis	14,50 Pf/kWh
Ölkosten p.a.	15.871,63 DM	Gaskosten	12.565,38 DM	Stromkosten	7.865,30 DM/a
Abgastest Schornsteinfeger	300,00 DM/a 200,00 DM/a	Grundpreis	360,00 DM/a	Zähler	84,00 DM/a
Kosten p.a.	16.371,63 DM/a	Kosten p.a.	12.925,38 DM/a	Kosten p.a.	7.949,30 DM/a
Vergleich WP=1	2,06		1,63		1,00

Preise incl. Ökosteuer, ohne MwSt

Ölpreis: bei Abnahmemenge 10.000 l (DEA Heizöl EL), Stand April 2001

Arbeitspreis Gas: Sondervertrag Produktion (DREWAG Dresden), ab Jahresverbrauch von 48.000 kWh, Stand April 2001

Strompreis: Sondertarif für Wärmepumpen (BEWAG Berlin), Stand April 2001

Tarif wird mittlerweile von immer mehr Energieversorgern gewährt. Bislang waren Klimaanlage mit Funktionsumschaltung (wie im vorliegenden Fall) von tariflichen Förderungen für Wärmepumpen ausgenommen. In den meisten Fällen lohnt sich aber eine Anfrage bei dem Energieversorger zu Sondertarifen für diese Systeme. Von einigen Energieversorgern werden Klimaanlage sogar mit z.B. 300 DM pro Gerät einmalig gefördert. Sicherlich hat hier auch die Liberalisierung des Strommarktes eine Auswirkung auf die Gewährung dieser Tarife.

Die ermittelten Energiekosten zeigen den klaren Vorteil des Mitsubishi Electric-VRF-Systems. Nicht mit berücksichtigt ist die Energieeinsparung durch die Wärmerückgewinnung innerhalb des Systems bei gleichzeitigem Kühlen und Heizen. Auch ist die Arbeitszahl bei 100 % Last errechnet worden. Inverteranlagen haben aber besonders im Teillastbereich eine erheblich bessere Arbeitszahl.

Weitere Vorteile der City-Multi-Anlage sind gegenüber Öl- oder Gasheizung:

- geringere Wartungskosten
- kurze Reaktionszeit (keine Trägheit)
- geringerer Platzbedarf
- problemlose Aufschaltung auf eine bauseitige GLT (LON-Bus) über eine optionale Schnittstelle
- im Sommer kann mit dieser Anlage auch gekühlt werden.

Das vorgenannte Beispiel zeigt, dass der Einsatz einer VRF-Anlage zur Heizung eines Gewerbeobjektes (Büro oder Ladenlokale) durchaus Sinn macht. Der Wegfall der Heizungsanlage (mit Heizraum, Schornstein, Kessel, Speicher, Pumpen usw.) ist allein schon ein gutes Argument. Diese wird nicht benötigt, da die (in Bürogebäuden ohnehin gering notwendige) Warmwasserversorgung dezentral über kleine Elektro-Warmwasserbereiter realisiert werden kann. Die Beheizung von Nebenräumen, wie z.B. Toiletten, ist über elektrische Warmluft-erzeuger möglich, da hier der Wärmebedarf sehr niedrig ist. Bei innenliegenden Räumen ohne ständigen Personenaufenthalt kann diese sogar entfallen. Falls eine Anlage von mehreren Mietern genutzt wird, ist auch eine Verteilung der Betriebskosten mittels eines optionalen Zubehörs möglich.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass das Argument zu hoher Investitionskosten einer Klimaanlage, mit dem Verweis auf den Wegfall der Investition für die Heizungsanlage und den wesentlich günstigeren Betriebskosten, entkräftet werden kann.

H 210