

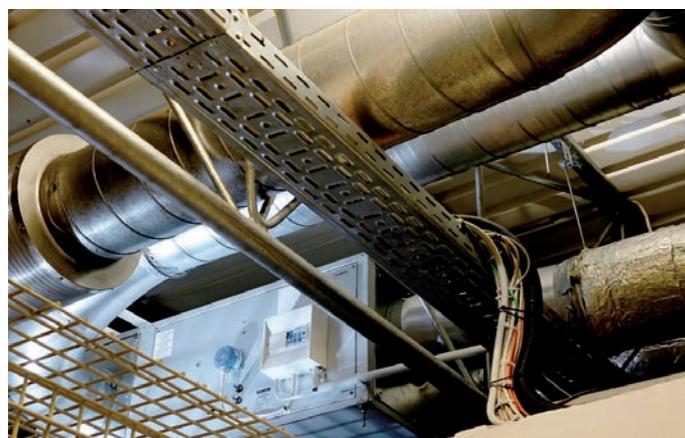
Deutschlands energieeffizienteste ARAL-Tankstelle dank Wärmepumpen

Miguel Franco und Mihael Gracin

Am 14. Juni 2012 eröffnete das Unternehmen ARAL seine energieeffizienteste Tankstelle in der Modellstadt Bottrop, der im Projekt InnovationCity Ruhr eine besondere Bedeutung zukommt. Ein kompletter Stadtteil wird sich bis 2020 zu einem Quartier beispielloser Energieeffizienz entwickeln. Das Ziel dabei ist es, die Lebensqualität zu steigern und gleichzeitig den CO₂-Verbrauch um die Hälfte zu reduzieren. Das Besondere daran: Es handelt sich hier nicht um ein Neubauprojekt, sondern es zielt auf die Sanierung von Bestandsgebäuden ab.



Dachinstallation der Kaut-Wärmepumpe und Fotovoltaik-Module auf der ARAL-Tankstelle



Wärmerückgewinnung mit Hilfe eines Kreuzstromwärmeübertragers

Auch BP Europa, in Deutschland u. a. Betreiber der ARAL-Tankstellen, unterstützt die InnovationCity Ruhr. So wurde die bestehende ARAL-Tankstelle an der Hans-Sachs-Straße in Bottrop Ende letzten Jahres im laufenden Betrieb (was eine besondere Herausforderung darstellt) mit modernsten Techniken zur Energiereduktion ausgestattet. Hier hat ARAL erstmals eine Vielzahl von energieeffizienten Maßnahmen gebündelt, um 44,5 t CO₂ und rund 90.000 kWh Strom pro Jahr einzusparen.

Das Konzept

Die ausgewählte Tankstelle in Bottrop war zum Zeitpunkt der Sanierung zehn Jahre alt. Gegen Ende 2011 ging sie komplett saniert und mit modernster Technik ausgestattet in Betrieb. Das Ziel: 50 % Gesamtersparnis an Energiekosten im Jahr. Ein Baustein in diesem Gesamtkonzept bildet die eingesetzte Eco-i Luft-Wärmepumpe der Alfred Kaut GmbH + Co. Gleichzeitig beteiligten sich zahlreiche weitere Unternehmen mit ihrer Technik und teilweise speziell entwickelten Produkten an diesem Projekt. Um dieses ehrgeizige Ziel zu erreichen, kommt in der Station u. a. modernste LED-Technik zum Einsatz. Diese Technik gibt es schon längere Zeit, jedoch bildet sie die beste Alternative zu

konventionellen Lichtquellen, so dass durch den Einsatz neuester LED-Leuchtmittel der Energieverbrauch um bis zu 90 % gesenkt werden kann. Möglich ist dies durch die ausgeklügelte Steuerungstechnik. Im Zusammenspiel mit den Leuchtmitteln wird die Beleuchtungsintensität den aktuellen Erfordernissen Tag und Nacht selbstständig anpasst.

Das Dach der Tankstelle teilt sich die installierte Wärmepumpe mit neuesten Fotovoltaik-Modulen. Da sich die Zellen auf dem Flachdach sehr gut ausrichten lassen, wurden hier perfekte Voraussetzungen für eine maximale Energieausbeute geschaffen. So ist es möglich, über die umgesetzte Sonnenenergie den Bedarf an Strom für bis zu zwei Einfamilienhäuser abzudecken. Maximale Effizienz setzt auch immer eine ausgeklügelte und aufeinander abgestimmte Regelung der Einzelkomponenten voraus.

Aus diesem Grund lassen sich die Verbrauchsdaten zentral erfassen, werden umgehend analysiert, um anschließend direkt über die Steuerung auf veränderte Umgebungsbedingungen reagieren zu können. Dies bezieht sich auch auf die installierte Eco-i Wärmepumpe, die über dieses System gesteuert wird.

Rahmenbedingungen für die Heiz- bzw. Kühltechnik

1. Einhaltung der aktuellen novellierten Fassung der EnEV 2012
2. monovalente Beheizung bis -25 °C Außenlufttemperatur und min. COP von 2,5 bei -25 °C
3. monovalente Kühlung bis 35 °C Außenlufttemperatur

Die Autoren

Miguel Franco, Key Account Manager, Alfred Kaut GmbH + Co.
Mihael Gracin, Produktmanager Klimatechnik, Alfred Kaut GmbH + Co.

4. Frischluftversorgung der Station
5. Schallimmissionen (Orientierungswerte der DIN 18005) müssen eingehalten werden, Beurteilungspegel tags (6 bis 22 Uhr): 55 dB(A), nachts (22 bis 6 Uhr): 45 dB(A)

Die Wärmepumpe

Einen entscheidenden Beitrag zur Energie-Gesamteinsparung leistet der Einsatz einer umweltfreundlichen Wärmepumpe der Fa. Kaut. Die Luft-Wärmepumpe übernimmt an der Station ab sofort das Heizen, Kühlen und Entfeuchten. Die Technik entzieht dabei der Außenluft Wärme und gibt sie in die Innenräume ab. „Das schafft nicht nur ein angenehmes Raumklima, sondern stellt pro Kilowattstunde Energie etwa das Vierfache an Wärmeleistung im Vergleich zu herkömmlichen Heizungssystemen bereit“, betont Michael Schmidt, Vorstandsvorsitzender der BP Europa SE.

Die Besonderheit des Systems ist der Erhalt einer hohen Heizleistung bei niedrigen Außenlufttemperaturen, denn die Eco-i Luft-Wärmepumpe stellt diese bis -25 °C ohne Weiteres zur Verfügung. Auch unterhalb dieser Grenze erfolgt keine Abschaltung des Systems, so dass ein sehr strenger Winter mit Minusgradspitzen das Heizen mit der Wärmepumpe nicht ausschließt. Wichtig bei der Entscheidungsfindung war der COP (Coefficient Of Performance) in Kombination mit der sinkenden Außenlufttemperatur in den Wintermonaten. Denn der Einsatz einer Wärmepumpe ist unwirtschaftlich, wenn im Extremfall bei einer Außenlufttemperatur von -15 °C nur noch eine Leistungszahl von 1 erreicht wird, während die Katalog-Nennleistungsdaten bei +7 °C auf den ersten Blick Besseres prophezeien. Wie in diesem Fall ist ein Blick hinter die Kulissen unumgänglich, und so gab es bei diesem Projekt eine COP-Vorgabe bezogen auf die Einsatzgrenze.

Abgesehen von der hohen, ansonsten effektiv bleibenden Heizleistung, musste die Luft-Wärmepumpe bei -25 °C noch einen COP von mindestens 2,5 erreichen – eine Voraussetzung für effektives monovalentes Heizen. Damit wird sichergestellt, dass sich die Wärmepumpe nicht als versteckter Stromfresser entpuppt.

Eine weitere Anforderung betraf das monovalente Kühlen in den Sommermonaten. Diese Eigenschaft stellte jedoch keine große Herausforderung dar, denn die Geräte sind von Grund auf schon bis zu einer Außenlufttemperatur bis 43 °C getestet und eine Sicherheitsabschaltung erfolgt erst weit über diesem Wert.

Innerhalb der Station sorgen Kanalgeräte mit speziellen Ausblasdüsen für die entsprechende Temperierung und Luftverteilung. Eingesetzt wurden hier zwei Kanalgeräte mit 12,5 kW Kühlleistung, die unsichtbar in der Zwischendecke installiert sind. Über Lüftungsrohre gelangt die temperierte Luft zu den Ausblasdüsen, um den Shop-Bereich zu klimatisieren. Ein Vorteil dieser Kanalgeräte ist die anpassbare Pressung, die zum einen die Höhe des Geräuschpegels beeinflusst und zum anderen dafür sorgt, dass die erforderliche Kühlleistung am anderen Ende des Rohrnetzes ankommt. Diese Aspekte werden schon zu Beginn der Planung bei der Geräteauswahl berücksichtigt und bestimmen zum Teil die Gesamtleistung des Systems.

Der Inverter-Verdichter als Herzstück der Eco-i Luft-Wärmepumpe ist für die Effizienz des Systems verantwortlich. In Abhängigkeit der einzelnen Fühler im System (z. B. Wärmeübertragerfühler in Innen- und Außeneinheit, Heißgas-Temperaturfühler usw.) regelt die Anlage ihren Betrieb. Daraus resultierend moduliert der Verdichter seine Leistung zwischen 10 und 100 %. Oberste Prio-

rität ist zu jeder Zeit immer nur so viel Kühl- oder Heizleistung abzugeben, wie tatsächlich im Raum benötigt wird. Beträgt die Raumlufttemperatur z. B. 25 °C und der Sollwert liegt bei 21 °C, wird das System beim Einschalten 100 % seiner möglichen Leistung zur Verfügung stellen. Sobald eine Näherung zum Sollwert eintritt, reduziert der Verdichter seine Kälteleistung und verringert dadurch entsprechend seine elektrische Leistungsaufnahme. Der Verdichter arbeitet an dieser Stelle im Teillastbereich und genau dort entsteht der positive Effekt. Denn das Verhältnis zwischen der Leistungsaufnahme und der Leistungsabgabe verschiebt sich zu Gunsten der Effizienz, indem die abgegebene Leistung um ein Vielfaches über der Aufgenommenen liegt. Leistungszahlen mit einer sechs vor dem Komma sind keine Seltenheit und aus der Erfahrung heraus liegt der Anteil der Teillaststunden bei ca. 90 % der Gesamtlaufzeit.

Steuerung und Regelung des Gesamtsystems

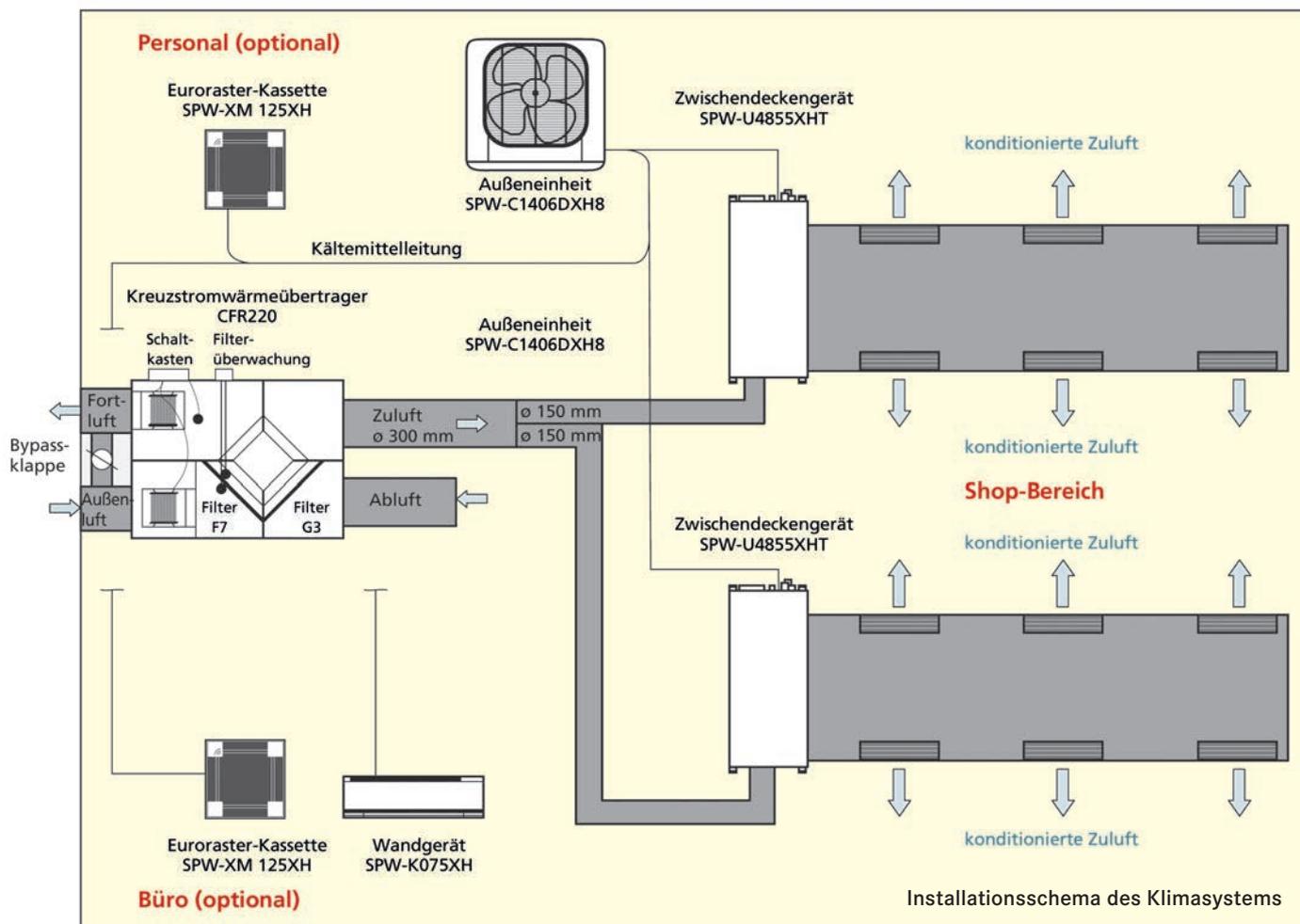
In der Regel wird diese Art von Klimasystem autark über Einzel- oder Systemfernbedienungen gesteuert, die im eigenen Anlagenbus agieren. Jedoch gibt es auch Möglichkeiten, das Gesamtsystem in eine externe Gebäudeleittechnik einzubinden. Neben vielfältigen bekannten Gebäudesprachen wie Modbus oder BacNet wird auch eine LON-Works-Schnittstelle angeboten, die bei diesem Projekt zum Zuge kam. Über die zentrale Analyse der Gesamtdaten wird ein Sollwert für die Temperierung ermittelt und über die LON-Works-Schnittstelle an das Eco-i System wei-

Tabelle

Frischluftzufuhr der Station unter Einhaltung der EnEV 2012

ARAL-Shop,
Gesamt-Heizleistung mit voller Außenluft (-25 °C)

Wärmerückgewinnungsleistung CFR220-Gerät			
	Größe	Wert	Einheit
	Außentemperatur	-20,0	°C
	Norm-Innentemperatur	20,0	°C
	Rückwärmezahl	70,0	%
Personal	Luftmenge	1.400,0	m ³ /h
	Lufterheizungsleistung ohne WRG	18,7	kW
	Temperatur nach WRG	8,0	°C
	WRG-Leistung	13,1	kW
	Lufterheizungsleistung mit WRG	5,6	kW
Heizlast (Shop und Nebenräume)			
	Größe	Wert	Einheit
	spezifische Heizleistung	85,0	W/m ²
	Fläche ARAL-Shop	180,0	m ²
	Fläche Büro und Personal	20,0	m ²
Büro	Gesamtfläche	200,0	m ²
	Heizleistung ARAL-Shop	15,3	kW
	Heizleistung Büro und Personal	1,7	kW
	Gesamt-Heizlast	17	kW
	Gesamt-Heizleistung	22,6	kW



tergegeben. Alle Parameter, die manuell über die Fernbedienung eingestellt werden können, sind über das LON-Modul steuerbar. Dazu zählen u. a.: der Sollwert, einzelne Lüfterstufen, der Modus usw. Die Einbindung erfolgt unspektakulär über zwei Adern in den Systembus der Eco-i Wärmepumpe.

Auf Wunsch übernimmt das System (je nach Jahreszeit) automatisch die Umschaltung zwischen der Heiz- und Kühlfunktion. Über die Raumluftsensoren der Wärmepumpen-Inneneinheiten entscheidet das System sowohl im Sommer als auch im Winter selbstständig, welcher Modus für die eingestellte Raumtemperatur notwendig ist. Eine manuelle Bedienung ist ferner jederzeit möglich, so dass der Shop-Betreiber nach persönlichem Empfinden in das Anlagengeschehen eingreifen kann.

Wärmerückgewinnung über einen Kreuzstromwärmeübertrager

Um die Arbeitsstättenverordnung VDI 2082 und den Überdruck im Stationsbereich einzuhalten, wurde ein Kreuzstromwärmeübertrager der Serie CFR eingesetzt. Wie die Bezeichnung „Kreuzstromwärmeübertrager“ schon vermuten lässt, wird die Luft aus dem Innenraum des Shops mit der „frischen“ Außenluft gekreuzt und die vorhandene Wärme der „Abluft“ zurückgewonnen. Die Außenluft wird im Winter vorgeheizt und im Sommer vorgekühlt. Die daraus resultierende, vorkonditionierte Frischluft wird den Inneneinheiten der Wärmepumpe zur Verfügung gestellt, die dadurch wiederum weniger Energie aufnehmen müssen, um die eingestellte Soll-Raumtemperatur zu erreichen. Abgerundet wird das Zusammenspiel zwischen der Wärmepumpe

und dem Kreuzstromwärmeübertrager durch einen integrierten CO_2 -Sensor, der permanent den CO_2 -Gehalt der Luft überwacht und nach Bedarf die Frischluftzufuhr steuert. Dadurch wird dem Raum nur Frischluft hinzugefügt, wenn es notwendig ist. Liegt der CO_2 -Gehalt der Luft unter dem voreingestellten Wert, stehen die Ventilatoren des Kreuzströmers still und verbrauchen nicht unnötig Energie.

Fazit

Man wird sehen, wie sich die verschiedenen Technologien in Zukunft weiterentwickeln, jedoch ist das gemeinsame Ziel schon definiert: Energieeinsparung und Effizienz in allen Bereichen, die uns umgeben – beginnend bei der Gebäudehülle über die eingesetzte Technik bis hin zu High-Tech Regelmechanismen, die für uns das sparsame Verhalten übernehmen werden. Alles das wird langsam Realität.

Die Sanierung der Bottroper Tankstelle als Teil der InnovationCity Ruhr zeigt jetzt schon auf, was alles möglich ist. Sie dokumentiert beeindruckend das reelle Einsparpotenzial, das durch eine Modernisierung entsteht. Durch den Einsatz zeitgemäßer Technologien wie die einer Wärmepumpe wird deutlich, dass diese Technik nun nicht mehr der Außenseiter ist, sondern zunehmend eine tragende Rolle auf dem Heiztechnikmarkt spielt. Wenn in Zukunft unser Strom nur noch aus natürlichen Quellen erzeugt wird und wir die benötigte Heizwärme der Außenluft entnehmen, ist die Luft-Wärmepumpe eines der ökologischsten und effizientesten Heizsysteme überhaupt.