

Kälte für das Kempinski Hotel Gravenbruch

Invertergeregelte Verbundanlagen mit WRG

Eine der besten Hotel- und Restaurantadressen in Deutschland hat umgerüstet: Im Kempinski Hotel Gravenbruch sorgt seit wenigen Monaten eine neue Kälteanlage dafür, daß Fisch, Fleisch, Geflügel, Gemüse, Obst oder Käse optimal temperiert gelagert werden und was mindestens genauso wichtig ist, daß durch ein neues Anlagenkonzept wertvolle Energie und damit bares Geld eingespart werden kann.



Sie erarbeiteten das neue Anlagenkonzept für das Kempinski Hotel Gravenbruch im Hintergrund: Horst Frasch (links), Gesellschafter der Frigopol W. Nacke GmbH, Reiskirchen, und Rudolf Bien, Geschäftsführer der Kälte Mack GmbH, Maintal

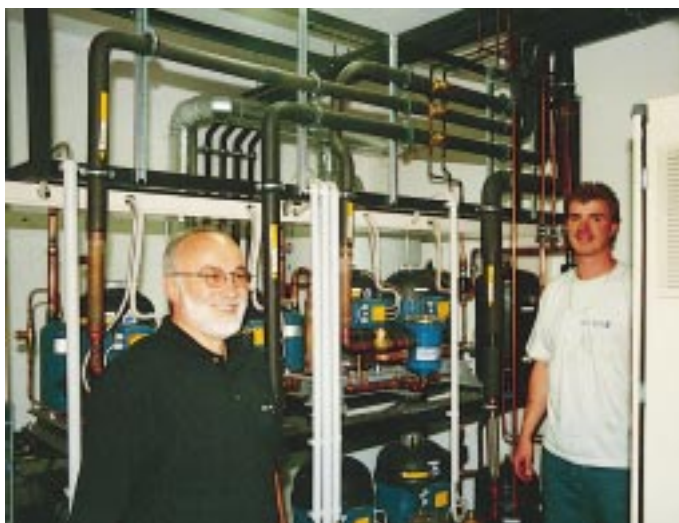
Der prominenteste Besucher der jüngsten Zeit im Kempinski Hotel Gravenbruch war kein geringerer als Staatsmann Nr. 1: Bill Clinton gab sich die Ehre, während seines Deutschlandaufenthalts im Verlauf des Kosovo-Krieges hier zu übernachten. Aber auch andere Prominente, wie Pop-Star Michael Jackson oder die Elitekicker der

deutschen Bundesligaclubs während ihrer Auswärtsspiele gegen Eintracht Frankfurt, waren schon zu Gast. Und was noch viel wichtiger ist, sie kommen alle immer wieder gerne zurück. Dies nicht zuletzt wegen der hervorragenden Küche des Hotelrestaurants. Damit dort aber auf Bestellung Gaumenfreuden aller Art gezaubert wer-

den können, muß selbstverständlich eine große Menge von Lebensmitteln bevorratet werden – eine Unmöglichkeit ohne eine Kälteanlage.

Da Mitte 1998 die Frist für das Kältemittel R 12 endgültig abgelaufen war, mußte sich neben vielen anderen Anlagenbetreibern in Deutschland auch die Geschäftsführung des Hotels frühzeitig nach einer Alternative umsehen. Schließlich arbeiteten in den technischen Räumen noch eine ganze Reihe von R 12-Kälteanlagen, teilweise seit bereits über 20 Jahren. Dies rein juristisch betrachtet zwar noch erlaubt, jedoch war das Risiko eines Ausfalls sehr groß, bzw. der Imageverlust bei einer möglichen Versorgungsanne im

Rudolf Bien (links) und Holger Werner, der die komplette Installation vornahm, sind sichtlich stolz auf ihr neues Referenz-Objekt



Restaurantbetrieb kaum abschätzbar gewesen. Aus diesen Gründen begann sich die technische Leitung des Hotels schon frühzeitig nach Alternativen umzusehen. Es dauerte dann bis September '98, ehe man sich schließlich für eines der abgegebenen Angebote entschied. Daß die ganze Abwicklung einen längeren Zeitraum in Anspruch nahm, lag vor allem daran, daß man neben einer zuverlässigen Technik auch eine verbrauchsgünstige Systemvariante wünschte, um zukünftig Energie und vor allem Kosten einsparen zu können.

Der Auftrag blieb im Lande

Letztendlich war es ein ortsnahes Unternehmen, welches das vielversprechendste Angebot abgab und auch den Zuschlag erhielt: Das Konzept der Kälte Mack GmbH, Maintal, sah nämlich neben dem Einsatz moderner Elektronik zum sparsamen Betrieb der Kälteanlage auch die Integration eines neuartigen Wärmerückgewinnungssystems vor.

Neben der anlagentechnischen mußte aber auch eine installationstechnische Lösung gefunden werden, denn selbstverständlich durfte der Restaurantbetrieb durch die Umbauarbeiten in keiner Weise eingeschränkt werden.

Aus diesem Grund wurden viele der auszuführenden Arbeiten in die Abend- bzw. Nachtstunden verlegt. Mit der Ausführung wurde Holger Werner, einer der besten Installateure des Auftragnehmers, als bauleitender Monteur betraut. Werner ist seit über 15 Jahren bei Mack, wo er bereits seine Ausbildung absolvierte, beschäftigt. Seine handwerklichen Qualitäten beweist unter anderem die Tatsache, daß er den Titel des gesamthessischen Landessiegers bei der Gesellenprüfung 1988 gewann – nicht zuletzt auch ein Verdienst des ausbildenden Unternehmens. Insgesamt hatte Werner rund sechs Mo-



Die neue zentrale Kälteanlage setzt sich aus insgesamt vier DUO-Verbundanlagen zusammen . . .

. . . von denen jede mit zwei Trennhäuben-Verdichtern ausgestattet ist

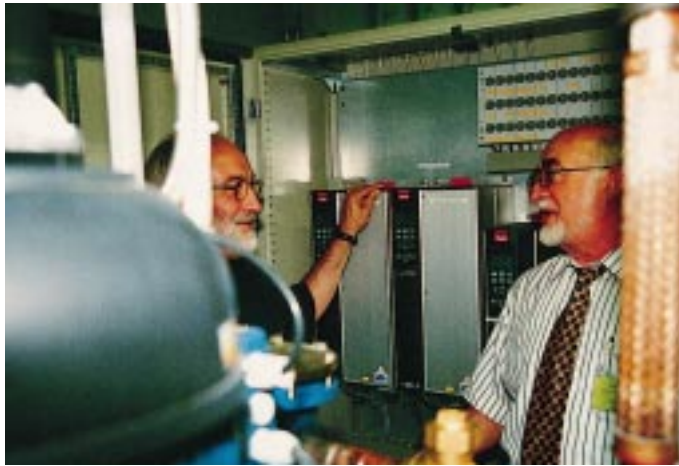


Die neuen Kältemittelleitungen wurden in den Zwischendecken verlegt und von oben an die Kühlstellen im Küchenbereich herangeführt



nate mit den Arbeiten im Hotel Kempinski zu tun, bis die Umrüstung abgeschlossen war und sich die gesamte Anlage im Mai dieses Jahres in Betrieb befand. Durch den parallelen Ab- bzw. Neubau konnte aber bereits Anfang dieses Jahres der erste Verbandsatz seine Arbeit aufnehmen.

*Hightech verborgen:
Die 3 NK-Frequenz-
umformer für die
Regelung des kompletten Systems sind,
wie hier demonstriert,
nur für den sach-
gemäßen Zugriff
gedacht und deshalb
geschützt im Schalt-
schrank installiert*



Die örtlichen Gegebenheiten waren zu Beginn insofern von Vorteil, als das bestehende Anlagensystem aus über 25 Einzelaggregaten bestand, die an verschiedenen Standorten verteilt waren. Folglich wählte man als Aufstellungsort der neuen Kälteanlage einen separaten Raum. Somit war eine permanente Versorgung der Kühlstellen gewährleistet, da alt und neu während des Umbaus parallel betrieben werden konnten.

Als Nachteil stellte sich aber schon bald die Verlegung des alten Verteilungsnetzes heraus. Denn die Rohre befanden sich im Fußboden, waren also unzugänglich und konnten nicht mehr verwendet werden. Aus diesem Grund hieß es, ein komplett neues Leitungsnetz zu verlegen. Als günstigste Möglichkeit stellte sich schließlich heraus, die Kühlstellen von oben anzufahren, weshalb über 350 Meter Kupferrohrleitung zu verlegen waren. Für die elektrische Installation brauchte man sogar rund 3 km Kabel.

Das innovative Anlagenkonzept

Wie bereits erwähnt, setzte sich das alte Kälteversorgungssystem aus über 25 Einzelaggregaten zusammen, befüllt mit dem Kältemittel R 12. Um nun vor allem der von Betreiberseite gewünschten sparsamen Betriebsweise zu entsprechen, entschied man sich für eine zentrale Kälteerzeugung. Genauer gesagt bedeutete dies



Hier wird die Kälte gebraucht: Bei den Kühlstellen handelt es sich hauptsächlich um Kühlräume sowie um Kühlmöbel, die direkt im Arbeitsbereich der Küche eingebaut sind



die Installation von vier Frigopol-Verbundanlagen der Frigopol W. Nacke GmbH, Reiskirchen, als Einzelmodule bereits vormontiert und inklusive der Regel- und Steuerungstechnik. Die Wahl fiel auf die sogenannte DUO-Verbundanlage, die ihren Namen deshalb trägt, weil zwei halb-offene Trennhauptverdichter zum Einsatz kommen. Der Betrieb dieser beiden Verdichter erfolgt wechselweise, was für den Typ TK-DUO-VB (davon ist 1 installiert) bedeutet, daß durch eine prozessorgeleitete, zyklische Vertauschung die Grundlast von einem der beiden Verdichter übernommen wird.

Die anderen 3 NK-DUO-Kompaktsätze arbeiten im Frequenzbereich zwischen 35 und 75 Hz, was einem Leistungsbereich von 25 bis 100 Prozent entspricht. Hierbei sind die beiden Verdichter mit einer stufenlosen Drehzahlregelung über einen Frequenzumformer der Marke Danfoss ausgestattet. Dieses komplette Paket wird vom Hersteller als „1-2-3-System“ bezeichnet, was bedeutet, daß



1. Frequenzumformer . . .
2. Verdichter bei gleicher Leistung regelt, wie . . .
3. starre Standardverdichter mit einer Frequenz von 50 Hz benötigen.

Die Frigopol-Aggregate sind nach Angaben des Herstellers als einzige ihrer Art für den 75-Hz-Betrieb ausgelegt, was bedeutet, daß sie in Verbindung mit dem 50-Hz-Netz kleiner ausgelegt bzw. Leistungsreserven bis zu 50 % genutzt werden können. Dieser Vorteil kommt besonders bei Kälteanlagen mit starken Lastunterschieden zum Tragen. Das System verspricht eine gleichmäßige und stufenlose Leistungsregelung. Die Verdichterleistung wird über einen ND-Transmitter in Abhängigkeit des Saugdrucks geregelt, wodurch sich ein konstantes Lastverhalten aller Komponenten, besonders auch der thermischen Expansionsventile, ergibt („stetige Regelung“). Darüber hinaus kann eine bessere Ausnutzung der inneren Verdampferoberfläche und eine Verkleinerung der Temperaturdifferenz am Verdampfer erreicht werden. Der PID-Regler ist bereits im Frequenzumformer integriert und sorgt für minimale Sollwertabweichungen, also eine möglichst konstante Betriebsweise. Regelabweichungen sind über die 50prozentige Leistungsre-

Im Wärmeübertrager wird die thermische Energie des verdichteten Kältemittels dem Brauchwasser zugeführt, . . .



. . . daß anschließend in die beiden Speichertanks von jeweils 3000 l weitergeleitet wird



- Anlage 1:
Kälteleistung 13,2 kW
Verdampfungstemperatur $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$
8 Kühlstellen (Räume)
- Anlage 2:
Kälteleistung 6,9 kW
Verdampfungstemperatur $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$
7 Kühlstellen (Räume und Möbel)
- Anlage 3:
Kälteleistung 9,0 kW
Verdampfungstemperatur $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$
14 Kühlstellen (Räume und Möbel)
- Anlage 4:
Kälteleistung 4,4 kW
Verdampfungstemperatur $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$
2 Kühlstellen (Räume)



Das neue Kältemittel Die Ventilatoren-drehzahl der neuen luftgekühlten Verflüssiger wird permanent dem aktuellen Leistungsbedarf angepaßt

serve der Verdichter (bedingt durch den 75-Hz-Betrieb) schnell ausgleichbar.

Zwar als zentrale Kälteanlage aufgebaut, ist allerdings jede der vier Verbundanlagen einer vordefinierten Anzahl von Kühlstellen (bei denen es sich sowohl um Kühlräume als auch Möbel bzw. Getränketheken handelt) zugewiesen. Folgende Aufteilung wurde gewählt:



Beim Kältemittel fiel für alle vier Anlagen die Wahl auf R 404A. Die gesamte Füllmenge liegt in etwa bei 100 kg. Im Gegensatz zu den alten noch wassergekühlten Kälteanlagen kommen bei der neuen Ausführung luftgekühlte Verflüssiger zum Einsatz, die im Innenhof des Hotels installiert wurden. Steht man davor, kann man sehr schön die leistungsabhängige Regelung der Ventilatoren beobachten, deren Drehzahl sich permanent dem aktuellen Bedarf anpaßt. Installiert wurden drei Verflüss-

siger, von denen der erste seine Leistung komplett der Anlage 1 zur Verfügung stellt. Der zweite vom gleichen Typ teilt seine Leistung im Verhältnis 40%/60% für die beiden Anlagen 2 und 3 auf. Der dritte und auch kleinste steht wiederum ausschließlich mit Anlage 4 in Verbindung.

Kostenersparnis durch WRG und . . .

Bevor das verdichtete Kältemittel aber die Verflüssiger durchströmt, wird ihm bereits ein Großteil der Wärme entzogen. Dies geschieht über ein zwischengeschaltetes

Alle Kühlstellen sind zur Temperaturüberwachung mit einem eigenen Kontrollpanel ausgestattet. Optional kann diese Funktion per Datenfernübertragung auch ausgelagert werden



Wärmerückgewinnungssystem des Herstellers Eureka, Emsdetten, mit der Bezeichnung PTE (Permanent-Transfer-Einheit). Dieses funktioniert nach einem einfachen Prinzip: Das kalte Wasser im Wärmeübertrager fließt im Gegenstrom zum Kältemittel durch ein doppelwandiges Rohr und erwärmt sich auf 5 bis 7 °C über die Kondensationstemperatur des Kältemittels. Anschließend fließt es in die beiden angeschlossenen Tanks von jeweils 3000 l Speichervolumen, wo es als ca. 45grädiges Brauchwasser für den Hotelbetrieb zur Verfügung steht. Dem Kältemittel wird somit bereits ein Großteil seiner thermischen Energie entzogen.

Durch die Wärmerückgewinnung erzielt der Hotelbetreiber folglich Kosteneinsparungen bei der Bereitstellung von warmem Wasser, da eine Brauchwassererwärmung entfällt. Dies ist aber nur einer der Punkte, durch den mit der neuen Kälteanlage Einsparungen erzielt werden. Weitere Aspekte sind:

- **Luftkühlung:** Wie bereits beschrieben, sind die neu installierten Verflüssiger luftgekühlt – im Gegensatz zu den alten Systemen. Dort kam nämlich Wasser als Kühlmedium zum Einsatz. Anfangs noch aus einem eigenen Brunnen, später dann über die städtische Versorgung. Wie aber allgemein bekannt ist, steht dieses Medi-

- **75-Hz-Betrieb:** Durch den Einsatz frequenz geregelter Motoren im 75-Hz-Betrieb kann nach Angaben des Herstellers im Gegensatz zu Standardmotoren (50 Hz) eine Leistungserhöhung von bis zu 50 Prozent erzielt werden. Diese wird wiederum genutzt, um die bestmögliche Anpassung der Kälteleistung an den tatsächlichen Bedarf zu erzielen und dadurch auftretende Regelabweichungen auszugleichen, die durch den schwankenden Kältebedarf verursacht werden.

- **Verbundanlagen:** Nachdem in der Vergangenheit die Kälteerzeugung über rund 25 Einzelaggregate vorgenommen wurde, kamen auch genauso viele Verdichter zum Einsatz. Durch das neue Anlagenkonzept mit den vier Verbundkühlsätzen konnte diese Anzahl auf nunmehr acht reduziert werden. Darüber hinaus wird für diese durch den wechselweisen Betrieb der Zeitraum der Lebensdauer optimiert.

Lohnende Investitionen

All diese aufgeführten Maßnahmen haben das gemeinsame Ziel, Kosten und selbstverständlich auch Energie einzusparen. Allerdings ist es bei dem ausgeführten Beispiel kaum möglich, einen Vergleich des früheren Anlagenbestandes mit dem neuen System durchzuführen, da mit den zentral angeordneten Verbundanlagen, der integrierten Wärmerückgewinnung und der Drehzahlregelung ein komplett neues Konzept umgesetzt wurde. Dennoch rechnet Rudolf Bien, Geschäftsführer des ausführenden Unternehmens Kälte Mack, für die Zukunft mit Einsparungen in Höhe zwischen 20 und 30 Prozent. Und da aufgrund des alten Anlagenbestandes mit dem verwendeten Kältemittel R 12 der Betreiber sowieso zu einer Umrüstung gezwungen war, waren die Mehrinvestitionen für die Drehzahlregelung bzw. für die Wärmerückgewinnung eine sicher sinnvolle Anlage für die Zukunft, unter wirtschaftlichen und nicht zuletzt auch unter ökologischen Gesichtspunkten. *A. F.*

- um – ganz im Gegensatz zur Luft – nicht kostenlos zur Verfügung. Darüber hinaus kamen Kosten für die Reinigung bzw. Aufbereitung des Wassers hinzu.

- **Umformertechnik:** Durch das 1-2-3 System von Frigopol wird nur ein Frequenzumformer für zwei Verdichter benötigt, also eine Halbierung dieses Kostenfaktors erzielt. Der integrierte PID-Regler vermeidet außerdem eine störanfällige Verkabelung zu externen Reglern und erspart darüber hinaus den Einsatz einer Verbundsteuerung.

Eine weitere Option, die durch den Einsatz des Frequenzumformers zur Verfügung steht, im Kempinski Hotel Gravenbruch bislang allerdings noch nicht genutzt wird, ist die Möglichkeit, alle Motor- und Anlagendaten (Strom, Leistung, . . .) sowie bezogene Anlagendaten (Saugdruck, bezogene Verdichterstufen, . . .) via Datenfernübertragung extern zu kontrollieren bzw. auch zu verändern.