

Rückwärmezahl mehr als verdoppelt

Martin Niederer, Christian Voit*

WRG-Controller sichert hohen Wirkungsgrad

Das Klinikum München-Bogenhausen, ein 1000-Betten-Haus der höchsten Versorgungsstufe, hat sein Wärmerückgewinnungssystem durch ein Hocheffizienz-Kreislauf-Verbundsystem ersetzt. Die Besonderheit ist ein neuartiger WRG-Controller. Der Systemlieferant, die Konvekta AG aus St.Gallen, ist damit in der Lage, dem Betreiber des Klinikums langfristig einen Rückgewinnungsgrad von respektablen 87 % zu garantieren.

Krankenhäuser sind Grossverbraucher von Wärme, Kälte und Strom. Die Rückgewinnung von Wärme aus der Abluft von raumlufttechnischen Anlagen hat deshalb bei Klinikbauten einen hohen Stellenwert. Schon immer wurden in Krankenhäusern bevorzugt Kreislaufverbundsysteme (KVS) eingebaut, da sie sich einfach in die üblichen Lüftungs- und Klimatisierungskonzepte integrieren lassen.

Ausserdem garantiert die Wärmeübertragung über ein Umwälzmedium eine klare stoffliche Trennung von Zuluft und Abluft, ein aus technischer und lufthygienischer Sicht wichtiger Vorteil von KVS-Anlagen, vor allem in Krankenhäusern.

Regelungskonzept ungenügend

Nachteil vieler KVS-Wärmerückgewinnungssysteme (WRG) aus den 1970er- und 1980er-Jahren ist der oft geringe Austauschwirkungsgrad, was unter anderem damit zusammenhängt, dass KVS-Anlagen und deren Regelung beziehungsweise Steuerung überwiegend individuell geplant wurden und an der Realisierung der Anlagen meist mehrere Gewerke beteiligt waren. Entsprechend gering sind deren Austauschwirkungsgrade, da sie meist auf Standardkomponenten basieren und das Regelungskonzept eher rudimentär aufge-

baut ist. Hinzu kommt, dass die Leistungsfähigkeit eines Standard-WRG-Systems im praktischen Betrieb ohne grossen messtechnischen Aufwand kaum darstellbar ist.

Zentrale Zuluft – dezentrale Abluft

Beim Neubau des Klinikums München-Bogenhausen (Inbetriebnahme 1984) kam aufgrund des durchgängigen Klimatisierungskonzeptes (zentrale, im 2. Untergeschoss angeordnete Luftansaugung, Vorerwärmung, Filterung und anschliessende dezentrale Luftnachbehandlung sowie dezentral auf dem Dach angeordnete Abluftzentralen) für die WRG nur ein Kreislaufverbundsystem in Frage.

Die Grundanforderungen lauteten, das Aussenluftvolumen in der Grössenordnung von damals rund einer Million m³/h zentral über ein betoniertes Ansaugbauwerk der ebenfalls betonierten Zuluftzentrale zuzuführen und mittels Wärmerückgewinnung



Zentrale Aussenluftfassung zur Versorgung der raumlufttechnischen Anlagen des Klinikums. (Bilder: Konvekta AG)

aus zehn Abluftzentralen auf konstant 16°C vorzuwärmen. Die eigentliche Luftaufbereitung und Nacherwärmung erfolgt dezentral in funktionsbezogenen Zuluftgeräten.

Bei der Dimensionierung des KVS-Systems gingen die Planer ursprünglich von einem Wirkungsgrad von 50% aus. In den folgenden Betriebsjahren zeigte sich, dass die KVS-Anlage bei weitem nicht den bei der Planung vorgegebenen Wirkungsgrad erreichte, weshalb deutlich mehr als vorausgerechnet über Fernwärme zugeheizt werden musste. Auch die Regelung des KVS in Abhängigkeit des geförderten Aussenluftvolumens erwies sich als eher ungenau und energieaufwändig bei vergleichsweise geringem Wirkungsgrad.

Studie «WRG-Optimierung»

Die steigenden Energiekosten sowie ohnehin notwendige Sanierungs- und Modernisierungsmassnahmen führten dazu, die unbefriedigende Performance der Wärmerückgewinnung genauer unter die Lupe zu

Das Klinikum München-Bogenhausen ist eines der ersten Kompakt-Krankenhäuser mit rund 1000 Betten. (Bild: Klinikum München-Bogenhausen)



Klinikum Bogenhausen in Kürze

Errichtung des Klinikums	1977 bis 1982
Inbetriebnahme	1984
Betten	951
Tagesklinikplätze	55
Mitarbeitende	2110
Fachkliniken	19
Intensivstationen	7
OP-Säle	15
Gebäudelänge	200 m
Gebäudebreite	max. 100 m
Stockwerke	10, davon 3 UG
Beheizte Nettogeschossfläche	147 764 m ²



Zuluftzentrale für 800 000 m³/h Zuluftvolumenstrom. Vier bestehende Ventilatoren mit Flügelverstellung führen dem Gebäude die nötige Aussenluft zu.

Statt acht Pumpen sorgen heute zwei FU-geregelte Umwälzpumpen für einen energie- und leistungsoptimierten Durchfluss.

nehmen. In der Diplomarbeit «Energetische Optimierung der Wärmerückgewinnung im Klinikum München-Bogenhausen»¹⁾ wurde durch ein ausführliches Messprogramm der Nachweis erbracht, dass die vorhandene KVS-Anlage ihre Aufgabe nur (noch) unzureichend erfüllt und ausserdem durch korrodierte Absperrventile ein hohes Ausfallrisiko besteht.



Neue Wärmeübertragerwand von Konvekta in der Zuluftzentrale zur Grunderwärmung der Aussenluft auf konstant 16 °C. (Bild: Kulle & Hofstetter)

Energiefresser ermittelt

Die Bilanzierung der Jahresenergiemengen für die Luftvorerwärmung ergab, dass von der benötigten Energie für die Vorerwärmung der Aussenluft nur etwa 37 % von der WRG, dagegen 56 % von der Zusatzheizung «Fernwärme» bereitgestellt wird. Etwa 7 % liefert die eingekoppelte Abwärme aus der Kältemaschinen-Rückkühlung. Auch die insgesamt acht in Reihe geschalteten Umwälzpumpen des Kreislaufverbundsystems erwiesen sich aufgrund von Überdimensionierung und ungünstiger hydraulischer Schaltung als Energiefresser. Diese Überdimensionierung hängt unter anderem auch damit zusammen, dass zum Zeitpunkt der Realisierung aufgrund der damals gültigen Normen und Richtlinien ein

um 20 % höheres Aussenluftvolumen gefordert war. Heute liegt das Aussenluftvolumen (nach DIN 1946, Teil 4) bei nur noch rund 800 000 m³/h.

Drei Modernisierungsvarianten zur Auswahl

Um bei der Neukonzeption der WRG-Anlagen die offensichtlichen Überdimensionierungen zu konkretisieren und die Wirtschaftlichkeitsberechnungen auf eine möglichst realistische Grundlage zu stellen,

wurden die thermischen Vorgänge im Klinikum mit Hilfe des Gebäudesimulationsprogramms «DOE-2» nachgebildet, optimiert und mit den auf dem Markt verfügbaren Systemen verglichen. Für die Optimierung der Anlagen wurden drei Varianten erarbeitet:

- Vollausbau,
- Teilausbau,
- Vollausbau mit adiabater Kühlung.

¹⁾ Christian Stürzer, Betreuer Prof. Dr. Ing. Hartmut Pietsch, Fachhochschule München.

Neue Wärmeübertragerwand von Konvekta nach den links im Bild sichtbaren Luftfiltern. (Bild: Kulle & Hofstetter)

Im Zuge der KVS-Modernisierung wurden sowohl die WRG-Luftkühler als auch die Anschlussgruppen mit Regel- und Absperrventilen komplett erneuert.





Das aus dem Jahr 1979 stammende Rohrsystem (nach Tichelmann) verbindet zehn Abluftzentralen auf dem Dach mit der Zuluftzentrale im 2. UG.

Alle Daten des WRG-Controllers können über einen Touchscreen abgerufen werden. Im Bild Albert Holzbauer, langjähriger Betreuer der WRG.

Variante 1 – «Vollausbau»

Bei Variante 1 mit «Vollausbau» werden die bestehenden Wärmeübertrager für die Aussenluft durch ein Komplettsystem ersetzt. Als Bezugssystem für die Berechnungen wurde das Systemangebot von Konvekta gewählt. Im Einzelnen bedeutet das:

- Aufbau einer Wärmeübertragerwand in der Zuluftzentrale vor der Luftfilterwand (Filter-Vorwärmer gemäss VDI 6022) und einer zweiten Wärmeübertragerwand nach der Luftfilterwand. Dadurch wird ein trockener Betrieb der Luftfilter nach VDI 6022 gewährleistet. Bei Aussenlufttemperaturen von über 16°C werden oberhalb der Wärmeübertragerwände

Klappen geöffnet und damit der Luftwiderstand abgesenkt.

- Ersatz von acht Umwälzpumpen durch zwei neu dimensionierte FU-gesteuerte Pumpen.
- Ersatz der Abluftwärmeübertrager in den dezentralen Abluftzentralen durch neu dimensionierte Wärmeübertrager.
- Einbau eines WRG-Controllers mit einem «Master» in der Kältezentrale und «Slaves» in jeder Abluftzentrale.
- Austausch des Plattenwärmeübertragers 3. Über diesen Wärmeübertrager wird freie Kühlung aus den Rückkühlern der Kältemaschinen in die WRG eingekoppelt.

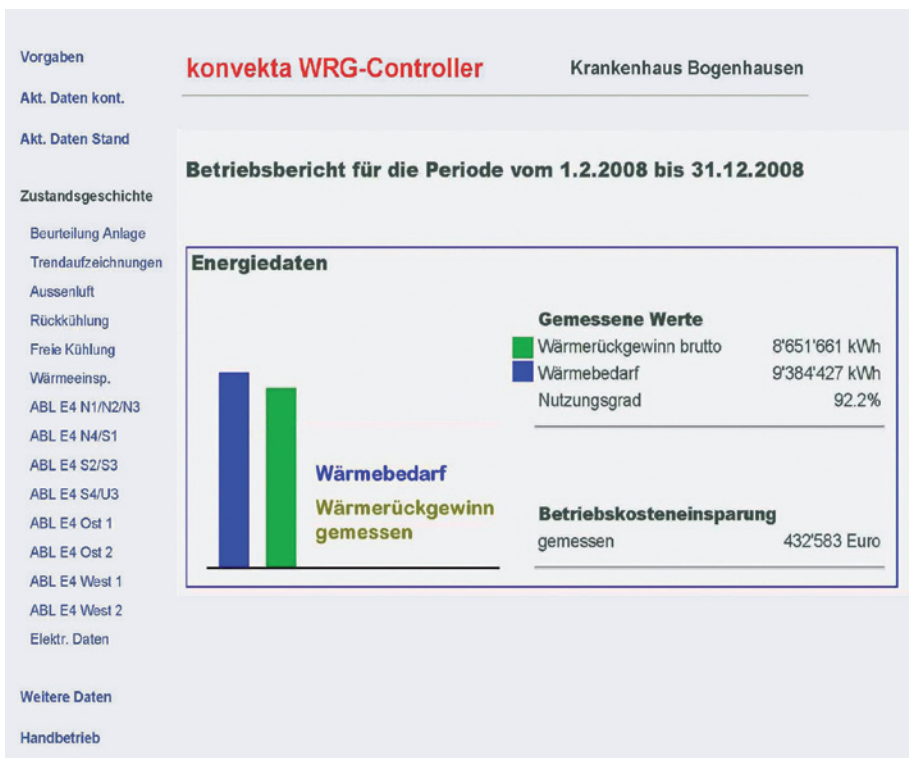
Variante 2 – «Teilausbau»

Die Variante 2 als «Teilausbau» beschränkt sich auf die Erneuerung der Aussenluft-Wärmeübertrager (wie bei Variante 1), jedoch unter Beibehaltung der bestehenden Abluft-Wärmeübertrager.

Variante 3 – «Vollausbau mit adiabater Kühlung durch Abluftbefeuchtung»

Variante 3: «Vollausbau mit adiabater Kühlung» entspricht Variante 1, jedoch mit zusätzlichen Abluftbefeuchtern zur adiabaten Kühlung der Abluft. Diese Zusatzfunktion sollte einen Teil des sommerlichen Kältebedarfs übernehmen und die vorhandenen Kälteerzeuger entlasten.

Der Energiebedarf für die Erwärmung der Aussenluft sowie der Wärmerückgewinn werden permanent dokumentiert. Bei Abweichungen sucht und analysiert der Controller mögliche Fehler.



Eine dynamische Wirtschaftlichkeitsberechnung der drei Varianten ergab ein eindeutiges Votum für Variante 1 «Vollausbau» für die sich dann auch die Geschäftsführung der Klinikum München GmbH entschied. Folgende Fakten sprachen für die Systemlösung:

- Niedrigste Amortisationszeit mit 4,58 Jahren (bezogen auf die Energiepreise von 2004).
- Kapitalüberschuss von rund 6,25 Millionen Euro (ohne Mehrwertsteuer) in 15 Jahren bei Investitionskosten von zirka 1,735 Millionen Euro.

Für das Klinikum bedeutet dies:

- Rund 78 % Energiekosteneinsparung gegenüber bestehender Anlage (16 % an Strom, 87 % an Fernwärme).
- Rund 12 800 Euro Einsparung durch freie Kühlung, damit Reduzierung der Kosten für die Kälteerzeugung.

Diese Werte waren die Ziele in der Planung des Ingenieurbüros Kulle & Hofstetter, TGA Consulting, München.

Klinikum Neuperlach als Vorbild

Die Wahl fiel auf das KVS-Systemangebot von Konvekta, zumal im Städtischen Kli-

nikum München-Neuperlach bereits sehr gute Erfahrungen mit diesem System vorlagen.

Damals war Konvekta der erste und einzige Hersteller, der eine Online-Überwachung seiner Anlagen per Internet und damit auch einen Leistungsnachweis anbot. Überraschend für das technische Personal waren die geringen Eingriffsmöglichkeiten in das WRG-System durch den eigens von Konvekta entwickelten WRG-Controller. Doch rasch zeigten sich die Vorteile dieser «Black Box»-Strategie, denn der permanent mitgeschriebene Nutzungsgrad des WRG-Systems lag bei über 90 % und damit über dem garantierten Wert von 74 %. Der WRG-Controller arbeitet autark von der Gebäudeautomation und gibt nur Störmeldungen weiter.

Zum nachhaltig hohen Wirkungsgrad des WRG-Systems tragen aus Sicht des Planers und Betreibers folgende Faktoren bei:

- Die Abstimmung des Systems auf den tatsächlichen Bedarf.
- Der Systemgedanke des Herstellers inklusive Computer-Simulation.
- Die Regelung mittels WRG-Controller mit Auto-Reporting, das heisst, automatischer Fehlererkennung und Fehleranalyse.
- Die Betriebsverantwortung des Herstellers für ein Jahr zur Feinabstimmung und Optimierung des Systems.

Fazit

Kreislaufverbund-Wärmerückgewinnungssysteme aus den 1970er- und 1980er-Jahren entsprechen nicht mehr den heutigen Anforderungen.

Unter Beibehaltung einzelner Komponenten, wie zum Beispiel Verbindungsleitungen, lassen sich vorhandene RLT-Anlagen mit Hocheffizienz-KVS-Anlagen aufrüsten, deren Nutzungsgrad dann – wie das

Beispiel Klinikum Bogenhausen zeigt – bei 90 % liegen kann. Ausschlaggebend für die hohe Energierückgewinnung ist die Lösung aus einer Hand inklusive Simulation von Heiz-/Kühllast zur Optimierung der Wärmeübertragerleistung nach dem tatsächlichen Bedarf. Ziel ist, die Anlage so zu betreiben, dass der vertraglich festgelegte Wirkungsgrad dauerhaft gehalten werden kann. Eine besondere Rolle nimmt dabei der WRG-Controller ein, der neben der Regelung auch die Betriebsüberwachung der WRG und die Störungsanalyse übernimmt. ●

Weitere Informationen:

Konvekta AG
Letzistrasse 23, 9015 St. Gallen
Tel. 071 311 16 16, Fax 071 311 28 04
www.konvekta.ch, info@konvekta.ch

* Martin Niederer, Verkaufsleiter Konvekta AG, St. Gallen; Christian Voit, Projektleiter, Kulle & Hofstetter, TGA Consulting, München.
www.tga-consulting.de, info@tga-consulting.de

Konvekta AG: Einzigartige Kostenwahrheit über die Energie-Effizienz

Konvekta AG, gegründet 1949, ist einer der führenden Hersteller von lamellierten Wärmetauschern für die Medien Luft/flüssige Wärmeträger. Die Wärmetauscher werden immer in kundenspezifischen Dimensionen in der Schweiz gefertigt. Sie eignen sich primär für den Einsatz in Kreislaufverbund-Wärmerückgewinnungsanlagen (KVS-WRG), sind jedoch auch als Luftherhitzer /-kühler verwendbar.

Aufgrund des verständlichen Bedürfnisses der Anlagenbetreiber, die KVS-WRG-Anlagen optimal betreiben zu können und einen maximalen Wärmerückgewinn aus der Lüftungs-/Klimaanlage zu erwirtschaften, entstand der WRG-Controller, der im vorliegenden Artikel beschrieben ist.

Dienstleistung auf hohem Niveau

Nach Inbetriebnahme eines WRG-Controllers werden permanent wichtige Messgrößen der betreffenden Lüftungs-/Klimaanlage erfasst. Diese Messungen werden täglich ausgewertet, grafisch aufbereitet und den Anwendern für deren Anlagen passwortgeschützt im Internet zur Verfügung gestellt. Somit gelangen die Anlagenbetreiber auf einzigartige Weise in den Besitz der echten und permanenten Kostenwahrheit über die gesetzten Ziele betreffend Energie-Effizienz.

Weiteres im Energie-Sparsortiment von Konvekta AG

Zusätzlich bietet Konvekta AG auch die Pumpen-Baugruppe als hydraulische Einheit an. Damit verfügen Konvekta-Partner über die drei Kern-Elemente einer hochwertigen Wärmerückgewinnungs-Anlage:

- hocheffiziente Wärmetauscher
- hydraulische Baugruppe
- Regulierung

Das Programm Syskom ermöglicht die Berechnung der gesamten Investitionskosten sowie der jährlichen Betriebskosten von ganzen Systemen (Klimaanlage, Kälteanlage inkl. Rückkühlung). Durch Veränderung der Betriebsbedingungen und Variation der Komponenten können die Anlagen je nach der Interessenlage des Kunden optimiert werden. Dieser Rechenservice ist für Konvekta-Kunden kostenlos.

Weitere Informationen:

konvekta
wärme-rückgewinnung

Konvekta AG
Letzistrasse 23, CH-9015 St. Gallen
Tel. +41 71 311 16 16, Fax +41 71 311 28 04
info@konvekta.ch, www.konvekta.ch

convecta
wärme-rückgewinnung

Convecta GmbH
Kirchstrasse 29, D-88239 Wangen/Allgäu
Tel. +49 75 28 60 88, Fax +49 75 28 60 89
info@convecta.de, www.convecta.de