

Energiespar-Contracting

Energetische Sanierung des Reinhard-Nieter-Krankenhauses Wilhelmshaven

Die Wärmeversorgung von Krankenhäusern aus den 1960er und 1970er Jahren ist nach heutigen Maßstäben meist üppig dimensioniert und zusätzlich redundant aufgebaut. Solche Klinikbauten bieten allein durch eine Neuberechnung der Heizlast sowie eine Neudimensionierung der Redundanzen hohe Einsparpotenziale. Da viele Krankenhäuser Wäschereien ausgelagert, Sterilisationsverfahren umgestellt und Befeuchtungsfunktionen der raumluftechnischen Anlagen nur noch sparsam einsetzen, lohnt es sich in vielen Fällen, auch die Dampfversorgung zurückzubauen. Im Rahmen des Energiespar-Contractings beim Reinhard-Nieter-Krankenhaus in Wilhelmshaven konnten durch eine umfangreiche Palette an Modernisierungsmaßnahmen die Energiekosten für Strom und Wärme um rund 75 Prozent reduziert werden.

Bei der zum Teil vor 40 bis 50 Jahren in Krankenhäusern eingebauten Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik (HLK-Technik) spielten Begriffe wie Energieeffizienz, Klimaschutz und Nachhaltigkeit – wenn überhaupt – eine eher untergeordnete Rolle, denn der Ölpreis lag damals bei umgerechnet rund 0,8 Cent/Kilowattstunde. Auch bei der Planung und Realisierung der HLK-Anlagen im Reinhard-Nieter-Krankenhaus (RNK) in Wilhelmshaven führte ein stark ausgeprägtes Sicherheitsdenken, ein Hang zur nächstgrößeren Dimension sowie der Wunsch nach oft 100 Prozent Redundanz zu völlig überdimensionierten Anlagen. Durch die Sicherheitszuschläge arbeiteten die Wärmeerzeuger überwiegend im Teillastbetrieb, ergo mit einem schlechten Wirkungsgrad und einem niedrigeren Gesamtnutzungsgrad.

Überdimensionierung, sinkender Kesselwirkungsgrad und „Fugenlüftung“

Das heute rund 600 Betten umfassende Krankenhaus in Wilhelmshaven war ein

Beispiel dafür, wie durch Überdimensionierung, hohe Redundanzansprüche und nicht mehr zeitgemäße Regelungsstrategien der Energieverbrauch pro Bett unakzeptable Werte erreichte. Bei der energetischen Analyse für die Sanierung der Anlagen im Rahmen eines Energiespar-Contractings mit Building Technologies (BT) von Siemens wurde folgendes Wärmeangebot dokumentiert:

- drei bivalente Niederdruckdampfkessel à 4 Megawatt (MW) (davon einer seit Kurzem außer Betrieb),
- ein Hochdruckdampfkessel mit 1,5 MW,
- ein Hochdruckdampfkessel mit 2,5 MW.

Zu dieser Auslegungs-Gesamtwärmeleistung von 16 MW kamen vier erdgasbetriebene Blockheizkraftwerke (BHKW) mit einer Gesamtleistung von etwa 2 000 Kilowatt (kW) thermisch und 800 kW elektrisch, die als Ergänzung zur bestehenden Anlage durch den örtlichen Versorger aufgestellt und betrieben wurden. Die produzierte Wärme aus dieser Kraft-

Wärme-Kopplungsanlage (KWK) wurde als Heizungswärme der Liegenschaft zugeführt. Zur Lastoptimierung der BHKW wurden zusätzlich drei Pufferspeicher mit je 25 m³ aufgestellt. Die zu diesem Zeitpunkt vorgehaltene, wenn auch nicht direkt genutzte Wärmeleistung pro Bett lag damit bei etwa 30 kW.

Die an sich positiv zu bewertende KWK-Anlage mit vorrangiger Wärmelieferung führte jedoch zu einer negativen Rückkopplung auf die Wärmeerzeuger bzw. deren Einbindung in das Wärme-konzept. Durch die Bereitstellung von Wärme aus den BHKW sowie die Einbindung der Pufferspeicher sank der Wirkungsgrad der Kesselanlage, da die Bereitstellungsverluste durch die geringere Wärmeabnahme praktisch gleich blieben. Hinzu kam die Auslagerung der Wäscherei, die zu einem weiteren Absinken der Grundlast führte. In der Konsequenz wurde daraufhin ein Niederdruckdampfkessel abgeschaltet, zwei weitere Dampfkessel (Hochdruck- und Niederdruckdampf) blieben jedoch aus Redundanzgründen in Betrieb.



Beim Reinhard-Nieter-Krankenhaus in Wilhelmshaven konnte im Rahmen von Energiespar-Contracting die Auslegungs-Gesamtwärmeleistung von 16 auf 5 Megawatt gesenkt werden.

Foto: Reinhard-Nieter-Krankenhaus

Messungen im Rahmen der Analyse zeigten, dass im Wesentlichen Bereitschafts- und Leitungsverluste der Grund für den hohen Gasverbrauch der beiden Dampfkessel waren. Selbst aus den eigens erstellten Lastkurven war der eigentliche Verbrauch durch den Nutzer nicht ersichtlich. Da die Anlagen aber stets zuverlässig arbeiteten und genügend Wärme zur Verfügung stand, sah man lange Zeit keinen Anlass für technische Veränderungen.

Erschwerend für die detaillierte Beurteilung der Energieflüsse im Gebäude war die fehlende Zählerstruktur. Als Basis für die Beurteilung der Gesamtenergieströme und des tatsächlichen Wärmebedarfs zog das Klinikum deshalb die Abrechnungen des Energieversorgers heran. Die darin dokumentierten, fortlaufend steigenden Energiekosten gaben letztlich auch den Ausschlag für dieses Projekt.

Ähnlich wie der Zustand der Wärmeversorgung waren zum Zeitpunkt der Bestandsaufnahme für das Energiespar-Contracting auch die raumluftechnischen (RLT) Anlagen des Krankenhauses: Alles funktionierte zur Zufriedenheit, da gut gepflegt, nur die energetische Effizienz war auf dem Stand der 1970er Jahre stehen geblieben. Auch nach dem Einbau neuer RLT-Anlagen in den Erweiterungsbauten blieben die Bestandsanlagen so gut wie unangetastet. Bei der Begutachtung stellte sich heraus, dass für die RLT-Anlagen des OP-Trakts weder eine effiziente Befeuchtungsregelung noch eine Wärmerückgewinnungsanlage existierte. Bei der Analyse der RLT-Anlage für das Bettenhaus zeigte sich zum Beispiel, dass ein Großteil der Luftmengen durch den Überdruckbetrieb über Fensterfugen und andere Undichtigkeiten in der Fassade ungenutzt ins Freie entweichen konnte.

Sanierungsmaßnahmen

Bei vielen energetischen Sanierungen durch ein Energiespar-Contracting besteht der berechtigte Wunsch, sogenannte Pflichtmaßnahmen kostenneutral mitzufinanzieren, obwohl sich diese nicht direkt Energie reduzierend auswirken. Im Falle des RNK war es möglich,

dass der „Contractor“ BT sowohl die energetische Sanierung als auch den Einbau einer neuen Niederspannungshauptverteilung (NSHV) und einer Netzersatzanlage (NEA) übernehmen konnte. Die energetische Sanierung umfasste die Erneuerung von Wärmeerzeugern, Trinkwassererwärmern, Kälteversorgung, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik sowie Gebäudeautomation. Bei näherer Betrachtung zeigte sich, dass mit einem konventionellen Lösungsansatz die definierten Aufgaben im Rahmen des Energiespar-Contractings wirtschaftlich nicht zu realisieren waren. Erfahrungen aus anderen Energiespar-Contracting-Projekten ließen jedoch den Schluss zu, dass durch die Einbindung erneuerbarer Energie und den daraus resultierenden gesetzlichen Vorteilen die vom Krankenhaus gewünschten Pflichtmaßnahmen mitfinanziert werden können.

Pflanzenöl-BHKW refinanziert Pflichtmaßnahmen

Eine Überprüfung des aktuellen Wärmelastganges des Krankenhauses ergab, dass mit einer auf Pflanzenöl basierenden KWK-Anlage aufgrund der damit möglichen Ökostromvergütung nach dem Erneuerbare Energiengesetz (EEG) die Finanzierung des Projektes abgesichert werden könnte. Simulationen der Versorgungssicherheit, beispielsweise der Ausfall der KWK-Anlage wegen Wartungsarbeiten, ergaben, dass selbst in einem solchen Fall die Wärmeversorgung des Krankenhauses nicht gefährdet ist. Etwaige Engpässe bei der Brennstoffversorgung werden durch nunmehr drei Energieträger (Pflanzenöl, Erdgas, Heizöl) zusätzlich entschärft. Diese Absicherung war die Basis für folgendes Wärme-konzept:

- Wärme-Grundlast über zwei Pflanzenöl-BHKW,
- Einbindung der bestehenden drei Pufferspeicher à 25 m³,
- Wärme-Mittellast über einen gasbefeuerten Brennwertkessel,
- Wärme-Spitzenlast über zwei bivalent beheizte Niedertemperaturheizkessel.

Die Kraftstoffversorgung der beiden BHKW mit Pflanzenöl erfolgt durch zwei je 30 000 Liter fassende Tanks. Nachträglich installierte das RNK noch einen 100 000-Liter-Vorratstank zur Optimierung der Kraftstoffbeschaffung und Bevorratung. Die Tanks sind beheizt und werden über einen eigens errichteten Tankplatz befüllt. Komplettiert wird die Tankanlage durch Biokraftstofftanks zur Spülung der BHKW-Motoren, Harnstofftanks für die Katalysatoren zur Stickoxidreduzierung der BHKW-Abgase sowie Frisch- und Altöltanks.

Zur mittelspannungsseitigen Einspeisung des erzeugten BHKW-Stroms wurden eine neue Niederspannungs- und Mittelspannungsschaltanlage, ein Trafo und ein Mittelspannungszähler nach Vorgabe des örtlichen Versorgers installiert. Der zurückliegende Winter mit Außentemperaturen bis -15°C bot die Möglichkeit, das neue Wärmekonzept unter Auslegungsbedingungen zu testen. Mit Erfolg! Notwendige Reserven wurden gehalten und das hydraulische Zusammenspiel funktionierte einwandfrei. Insgesamt stellen die Wärmeerzeugungsanlagen des Krankenhauses jetzt rund 3,9 MW Heizleistung zur Verfügung.

Schlankeres Dampfsystem

Ein wesentlicher Anteil an den hohen Energieeinsparungen des RNK liegt in der Neuordnung der überdimensionierten und nicht mehr zeitgemäßen Dampfversorgung.

Die noch vorhandenen Dampfahnehmer der Liegenschaft, wie etwa die zentrale Sterilisation, die Küche oder einige RLT-Anlagen, werden über zwei nahe der Küche neu installierte gasbefeuerte Schnelldampferzeuger mit je 250 kW Nennwärmeleistung versorgt. Hierbei kamen gleich zwei energetisch positive Effekte zum Tragen: Einerseits konnten die sehr langen Dampfleitungen zwischen Kesselhaus und Dampfahnehmern stillgelegt werden; für den Hoch- und Niederdruckdampf waren dies je ca. 150 Meter. Andererseits ergab sich aus der Netzauftrennung die Möglichkeit, die Dampfdruckstufe zu reduzieren. Die fünf Dampfkessel mit 10 bar bzw. 1,5 bar

wurden durch zwei Kessel mit 5 bar ersetzt. Sie gewährleisten eine ausreichend hohe Temperatur für die Sterilisation und versorgen über eine Druckreduzierungsstation auch die Küche mit Niederdruckdampf. Mit ausschlaggebend für diese Maßnahmen war die in der Liegenschaft bereits vorhandene Infrastruktur an Gasleitungen, sodass hier wenig Zusatzinvestitionen notwendig waren.

Im Zuge der Erneuerung der Heizungsanlage wurden auch die Hauptwärmeverteilung und die beiden Trinkwassererwärmungsanlagen (Hochdruck-/Niederdrucksystem) erneuert. Beide Systeme wiesen hohe Redundanzen auf, waren aber auch technisch und physikalisch veraltet. So wurden sämtliche Trinkwarmwasserspeicher durch effiziente Plattenwärmeübertrager ersetzt. Daraus ergeben sich bei gleicher Redundanz und deutlich weniger energetischen Verlusten erhebliche Verbesserungen in der Trinkwasserhygiene.

Pflichtmaßnahme: Ersatz der R22-Kälteanlage

Eine wichtige, auf die Zukunft ausgerichtete Maßnahme bestand in der sachgerechten Entsorgung der bislang im Kesselhaus installierten R22-Flüssigkeitskühlsätze sowie deren Rückkühler. Als Ersatz wurden zwei Kältemaschinen auf einer Freifläche neben dem Kesselhaus installiert. Es handelt sich um Kompaktmaschinen mit integrierten Rückkühlern; ein Aggregat ist mit einer Freikühlfunktion ausgestattet. Wegen der Neuplatzierung der Kälteaggregate sowie Schwachstellen im kaltwasserseitigen Regelungskonzept kam dem hydraulischen Abgleich im Kaltwassernetz eine essenzielle Bedeutung zu. Damit wurden die Hydraulik verbessert, Kurzschlüsse in der Beimischschaltung unterbunden und Energieverluste reduziert. Auch kann das Kältenetz jetzt im Winter mit reduziertem Volumenstrom betrieben werden; die Kälte wird dabei aus der freien Kühlung „gewonnen“.

Die Sanierung der Kälteanlage war eine vom Krankenhaus gewünschte Pflichtmaßnahme, die sich jedoch nicht allein aus den Energieeinsparungen finanziert. Ein eindeutiger Nachweis der

Einsparungen aus diesen Maßnahmen ist aufgrund der bisher fehlenden Verbrauchsmessungen nicht möglich. Deutlich ist jedoch die rapide Verbesserung der Leistungszahlen der neuen Kältemaschinen, wie eine Lastmessung der im Umbau nicht veränderten Kälteverbraucher zeigte.

Gebäudeleittechnik wählt wirtschaftlichsten Energieträger

Eine weitere Pflichtmaßnahme war die komplette Migration der vorhandenen Gebäudeleittechnik auf den aktuellen technischen Stand. Durch diverse Um- und Erweiterungsbauten war die Gebäudeleit- und MSR-Technik von Siemens im RNK bereits vorhanden, allerdings in der gesamten Bandbreite vom autarken Analogregler bis zur digitalen Automation auf BACnet-Standard. Zielsetzung war es daher, sämtliche Anlagen auf den aktuellen Stand der Technik zu bringen und auf der Gebäudeleittechnik darzustellen. Durch das neue Brennstoffkonzept hat das RNK die Möglichkeit, verschiedene Energieträger einzusetzen. Zusätzlich ermöglicht es jetzt die neue Gebäudeleittechnik, die Anlagen in Abhängigkeit des günstigsten Energiepreises zu fahren.

Spitzenlastoptimierung

Die Überschreitung der vertraglich vereinbarten Stromleistung kostet den Strombezieher viel Geld, weil sich dadurch die Bezugsgröße für das ganze Jahr erhöht. Bei der Neudimensionierung des veralteten Netzersatzaggregates (NEA) des Krankenhauses wurde nicht nur die Auslegungsleistung von 630 kVA auf 1 MVA erhöht, sondern auch eine Schaltung gewählt, die eine Nutzung des NEA als BHKW zur Abdeckung von Stromspitzen erlaubt. Die größere Dimensionierung des NEA gestattet es jetzt, die gesamte Liegenschaft bei Netzausfall quasi unterbrechungsfrei mit Strom zu versorgen. Entsprechende Erweiterungen und Schaltungen sind in der neuen NSHV bereits berücksichtigt. Auch diese Maßnahme amortisiert sich nicht aus Energieeinsparungen, sondern ist als Pflichtmaßnahme deklariert.

Zusammenarbeit auf Augenhöhe

Ein sowohl für den Contractor als auch den Auftraggeber wichtiger Anspruch war die Integration des RNK-Betriebspersonals in den gesamten Analyse-, Planungs- und Realisierungsprozess. Schon bei den ersten Begehungen der Liegenschaft im Zuge der Ausschreibung wurde auf das umfassende Wissen des technischen Personals über die Liegenschaft und deren gebäudetechnischen Anlagen zurückgegriffen und die technischen Konzepte für einen sicheren Betrieb der Anlagen gemeinsam besprochen. Eine besondere Herausforderung für das Personal waren die Umbaumaßnahmen im laufenden Betrieb. Durch die stete Leistungsbereitschaft und den Willen, das neue Konzept und die innovative Technik voll zu unterstützen, konnten auch zeitkritische Termine eingehalten werden, beispielsweise die komplette Umstellung der Heizung mitten in der Heizperiode. Aus der engen Zusammenarbeit von Building Technologies mit dem Technikpersonal ergeben sich auch in der Zukunft weitere Optionen der Betriebsoptimierung und damit die Möglichkeit, die Energiekosten weiter zu senken.

Dennis Holland, Siemens AG, Building Technologies Division, Hamburg/Maik Wiemers, Reinhard-Nieter-Krankenhaus, Wilhelmshaven

SIEMENS

Siemens AG
Industry Sector
Building Technologies Division
Friesstraße 20
60388 Frankfurt

Telefon: +49 800 100 76 39

Kontakt: info.de.sbt@siemens.com
<http://www.siemens.de/buildingtechnologies>

Unsere Bestellnummer: E10003-A38-H194