

**Autoren**

Dipl.-Ing. Markus Kimmeskamp<sup>1</sup>,  
Dr.-Ing. Wilhelm Krämer<sup>2</sup>,  
Dipl.-Ing. Samet Tüylü<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Märkische Gesundheitsholding GmbH & Co. KG, Technische Abteilung, Bereichsleiter Technisches Facilitymanagement, [www.maerkische-kliniken.de](http://www.maerkische-kliniken.de),

<sup>2</sup> Ebert-Ingenieure GmbH & Co. KG, Competence Center Energiemanagement, [www.eb-ing.com](http://www.eb-ing.com),

<sup>3</sup> VentAir GmbH, [www.ventair.de](http://www.ventair.de)



Foto: Märkische Gesundheitsholding GmbH & Co. KG

**Bild 1: Das Klinikum Lüdenscheid**

# Energetische Sanierung eines Klinikums

## Fine-Tuning in Sachen Energieeffizienz

**Das Klinikum Lüdenscheid ist mit seinen 28 Kliniken und Instituten das größte Krankenhaus im südwestfälischen Raum. Drastische Kostensteigerungen in Zeiten knapper Ressourcen – bedingt durch Reformen im Gesundheitswesen und stetig steigende Energiepreise – ließen eine deutliche Energieverbrauchsreduzierung unerlässlich werden. Bereits vor zehn Jahren startete das Klinikum mit ersten umfangreichen Energieeinsparmaßnahmen.**

1999 wurden im Klinikum Lüdenscheid im Rahmen einer energietechnischen Untersuchung alle Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung von der Schwimmbadtechnik über die Klimatechnik bis hin zur Stromversorgung hinsichtlich Betriebssicherheit, Sanierungsbedarf und Energiesparmaßnahmen untersucht. Diese energietechnische Untersuchung basierte auf einer umfangreichen Bestandsaufnahme mit einer Analyse des Ist-Zustandes als Basis für eindeutige Aussagen

### Der Energieverbrauch in Kliniken und Krankenhäusern

„In Deutschland standen in 2007 insgesamt 2087 Krankenhäuser mit ca. 507 000 Betten zur Verfügung. Bei einem Verbrauch von 24 670 kWh Wärme und 7786 kWh Strom pro Bett und Jahr ergaben sich für alle deutschen Krankenhäuser ein Wärmeverbrauch von 12,5 Mio. MWh/a und ein Stromverbrauch von 3,9 Mio. MWh/a. Hieraus resultierten Kosten von ca. 1,7 Mrd. € bzw. ca. 3348 € pro Krankenhaus-Bett und Jahr. Da in Krankenhäuser zum einen ein großer Bestand alter sanierungsbedürftiger Anlagen existiert und zum anderen viele Krankenhäuser aufgrund vieler Um- und Anbauten keine optimierte Energieversorgung haben, bestehen beachtliche Einsparpotentiale. Laut Energieagentur NRW zeigen Erfolgsbeispiele, dass Kostensenkungen von bis zu 40 % möglich sind. Eine vergleichsweise moderate Energieeinsparung von durchschnittlich nur 5 % würde für ein Krankenhaus mit 500 Betten eine Kosteneinsparung von jährlich ca. 84 000 € bedeuten.“

(Quelle: Carsten Beier, Abschlussbericht „Analyse des Energieverbrauchs und exemplarische Best-practice-Lösungen für relevante Verbrauchssektoren in Krankenhäusern“, Fraunhofer UMSICT, 2009, S. 11)

über näher zu betrachtenden Maßnahmen. Die erarbeiteten Vorschläge für Energiesparmaßnahmen wurden hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit untersucht und im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse auf die Auswirkungen von möglichen Energiepreisschwankungen überprüft. Mit dem erstellten Realisierungsvorschlag erhielt die Klinikleitung einen Maßnahmenkatalog mit einer Prioritätenliste für die weiteren Investitionsentscheidungen.

Die höchsten Einsparpotentiale lagen im Bereich der Raumklimatisierung. Zum Zeitpunkt der energietechnischen Untersuchung (Bezugsjahr 1998) betrug der Stromverbrauch der Lüftungsanlagen (inkl. Kälterzeugung) rund 40 % und der Wärmeverbrauch über 45 % des Gesamtjahresverbrauches dieser Energieträger (Bild 2).

Der unverhältnismäßig hohe Anteil der Klimatechnik am Gesamtenergieverbrauch konnte vorwiegend auf veraltete, zum Teil nicht optimal ausgelegte Anlagentechnik und nicht zeitgemäße Systemlösungen zurückgeführt werden.

In der energietechnischen Untersuchung wurden u. a. nachfolgende Maßnahmen ausgearbeitet und zur Realisierung vorgeschlagen:

- Aufwertung der vorhandenen Wärmerückgewinnung (WRG) mit adiabatischer Kühlung der Abluft und hocheffizienten Wärmeaustauschern (Temperaturaustauschgrad von bis zu 80 %),
- Einsatz von Volumenstromregler und Erneuerung der Ventilatoren. Die Erneuerung der Ventilatoren beinhaltet die Erneuerung der Antriebsmotoren und Ausstattung der Antriebe mit Frequenzumformer.

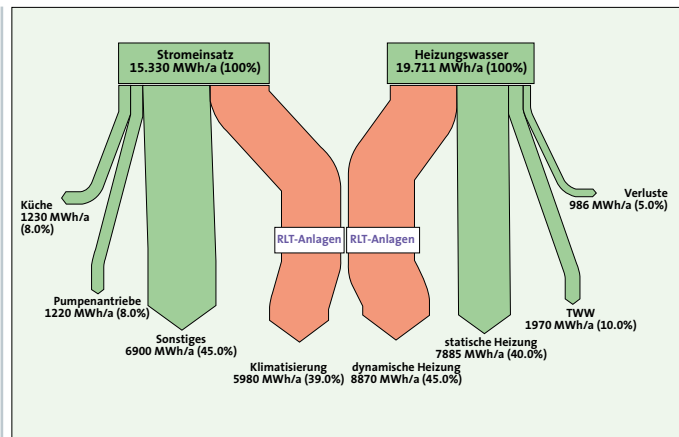


Bild 2: Energieflussbild im Klinikum Lüdenscheid 1999

Quelle: Ebert-Ingenieure

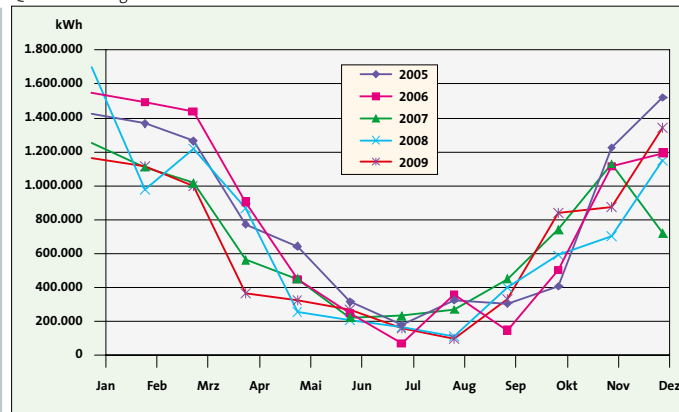


Bild 3: Einsparungen der Wärmeenergie (Heizen bzw. Kühlen) in den letzten 5 Jahren

### Wärmerückgewinnung und Wärmetauscher

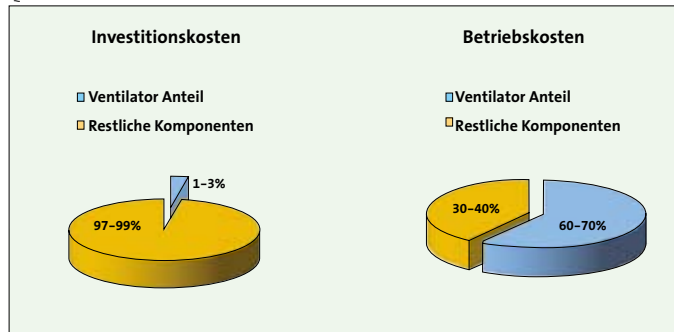
Die Umsetzung dieses Maßnahmenpakets begann mit der anlagentechnischen Realisierung 2001. Während der Umsetzung hatte die Aufrechterhaltung des störungsfreien Klinikumsbetriebs die höchste Priorität. Die detaillierte Koordinierung aller Maßnahmen und Eingriffe in die Anlagentechnik führte zu einer Minimierung von Unterbrechungen und Störungen in den Betriebsabläufen wie beispielsweise dem OP-Betrieb. Seit der Inbetriebnahme der modernisierten Wärmerückgewinnung werden mit Hilfe der in großer Zahl installierten Zählereinrichtungen regelmäßige Messungen der Energieströme durchgeführt. Die Messergebnisse werden seit 2003 vom Systemlieferanten online zur Verfügung gestellt und bieten eine umfangreiche Datenbasis über die komplette Betriebszeit. Diese wird über die neue Gebäudeleittechnik, die im Zuge dieser Maßnahme zusätzlich erneuert wurde, praxisnah visualisiert und ausgewertet (Bild 3).

Diese gemessenen Einsparungen des WRG-Systems spiegeln sich auch in den Jahresabrechnungen des Klinikums mit dem Wärmelieferanten wider. Und dies obwohl eine Reihe von neuen zusätzlichen Wärmeverbrauchern an das Heizungswassernetz des Klinikums nach der Inbetriebnahme des neuen WRG-Systems angeschlossen wurden.

### Volumenstrom und Ventilatoren

Mit Umrüstung der zehn RLT-Anlagen mit ihren 20 Ventilatoren durch die VentAir GmbH begann 2008 die Umsetzungsphase der Maßnahmen

Quelle: Nicotra Gebhardt GmbH



**Bild 4:** Der Investitionskostenanteil der Ventilatoren in RLT-Anlagen sind im Verhältnis zu deren Betriebskosten gering. Gerade deshalb ist hier ein guter Ansatzpunkt für effizienz-steigernde Maßnahmen

Foto: Märkische Gesundheitsholding GmbH &amp; Co. KG



**Bild 6:** Einbau der neuen RLT-Anlagentechnik in die Bestandsgebäude



Foto: Ebert-Ingénieure

**Bild 7:** Rückkühlwerke im Klinikum Lüdenscheid vor der Sanierung

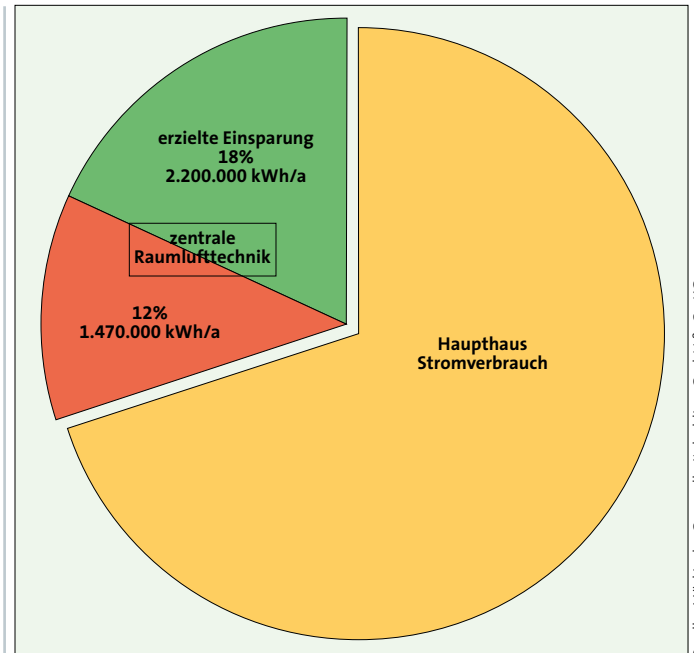
#### Eigenschaften der eingesetzten Ventilatorsysteme

Die Vorteile der Ventilatoren mit Hochleistungslaufrad sind der wesentlich geringere Energiebedarf im Vergleich zu herkömmlichen Laufrädern.

Vorteile des Flachriemenantriebs:

- ruhiger, gleichmäßiger Lauf selbst bei hohen Riemengeschwindigkeiten,
- praktisch wartungsfrei,
- kein Riemenabrieb (VDI 6022),
- höhere Lebensdauer (drei- bis fünffache Lebensdauer gegenüber Keilriemen),
- einfache Überprüfung der Riemenspannung,
- besseres Geräuschverhalten; etwa 10 bis 20 dB leiser als Keilriemenantriebe.

Aufgrund aerodynamischer Gesetzmäßigkeiten ist die wirtschaftlichste Art zur bedarfsgerechten Anpassung des Volumenstroms bzw. der Ventilatorenleistung eine Drehzahlveränderung über Frequenzumformer.



Quelle: Märkische Gesundheitsholding GmbH &amp; Co. KG

**Bild 5:** Gesamtstromverbrauch des Haupthauses im Klinikum Lüdenscheid in der Höhe von 12 250 000 kWh/a

zur Optimierung der Ventilatorsysteme (Bild 4). Nach intensiven Untersuchungen der einzelnen Anlagen in Verbindung mit einer aktualisierten Wirtschaftlichkeitsanalyse wurde das erhebliche Energieeinsparpotential bei den Ventilatorsystemen der zentralen RLT-Anlagen bestätigt. Bei allen zehn Anlagen wurden neue Ventilatorsysteme, bestehend aus Radialventilatoren mit Flachriemenantrieb, hocheffizienten Motoren der Effizienzklasse EFF1 und neuen Frequenzumformern eingebaut und in Betrieb genommen. Allein durch den Einbau neuer Ventilatoren mit Flachriemen und Energiesparmotoren war es möglich, die Energiekosten um über ein Drittel zu senken. Da die Ventilatoren mit Hochleistungslaufrad zudem deutlich leiser arbeiten, konnte ein Teil der Schalldämpferelemente entfernt und die Strömungswiderstände reduziert werden.

Im Haupthaus des Klinikums Lüdenscheid betrug der Stromverbrauch im Jahr 2007 allein für die zentralen RLT-Anlagen immer noch 3 670 000 kWh. Durch die Umsetzung des Maßnahmenpakets 2 konnte der Stromverbrauch um ca. 2 200 000 kWh/a reduziert werden. Die eingesetzte Investitionssumme in Höhe von ca. 500 000 € führte zu einer Senkung der Stromkosten um nahezu 300 000 €/a und amortisierte sich innerhalb von zwei Jahren (Bild 5).

Weiterhin konnten Einsparungen an Wärme- und Kälteenergie durch Volumenstromanpassungen erzielt werden. Neben diesem beträchtlichen wirtschaftlichen Einsparpotential wurden gleichzeitig die CO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. 1360 t/a vermindert. So wird ein wichtiger Beitrag zum Umweltschutz geleistet.

#### Optimierungsmaßnahmen in der Kälteversorgung

Die Reduzierung des Kältebedarfes für Klimatisierung und die Erneuerung der Kältemaschinen im Bereich der „Großkälte“ (Klimakälte) haben eine entscheidende Auswirkung auf die Betriebsweise und die Effektivität der Rückkühlwerke. So lassen sich weitere erhebliche Einsparungen der Verbrauchskosten und der Betriebskosten identifizieren (Bild 7). In einer weiteren energetischen Untersuchung wurde hier im Februar 2010 ein Einsparpotential in einer Höhe von ca. 58 000 €/a (brutto) aufgezeigt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung bilden die fundierte Grundlage für die Entscheidungsfindung des Klinikums bei der Optimierung der Rückkühlung.

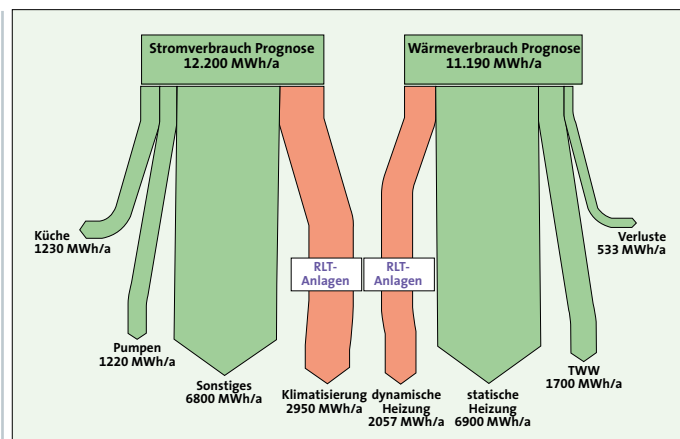


Bild 8: Energieflussbild für das Klinikum Lüdenscheid unter Berücksichtigung der bereits erreichten, bzw. der noch zu erreichenden Einsparungen

### Strukturierte Vorgehensweise

Mit den, der Anlagensanierung und Anlagenoptimierung vorgeschalteten, energetischen Untersuchungen wurde für das Klinikum Lüdenscheid eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die Budgetierung und Durchführung der erforderlichen Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen erstellt. Die identifizierten Maßnahmen sind jeweils auf die wirtschaftlichen Möglichkeiten des Betreibers abgestimmt und werden sukzessive gemäß einer Prioritätenverteilung umgesetzt.

Neben den bereits im Detail beschriebenen Energieeffizienz steigernden Aktivitäten wurden folgende Maßnahmen in den letzten

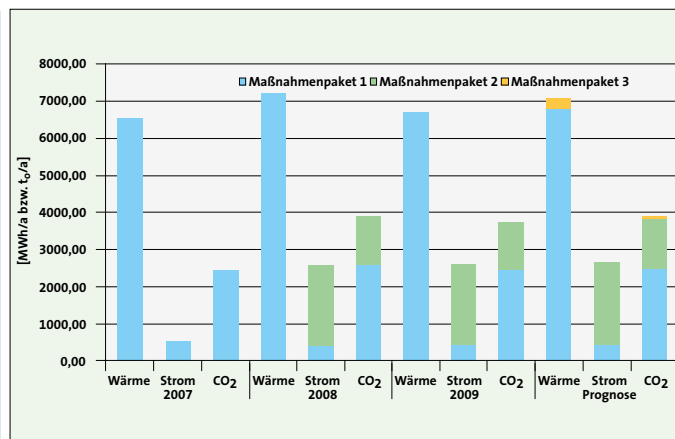


Bild 9: Entwicklung der jährlichen Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen in den Jahren 2007 bis 2009 und Prognose

Quelle: Ebert-Ingenieure

Jahren realisiert: Optimierung und bedarfsgerechte Anpassung der Betriebsweise der Lüftungsanlagen, Optimierung der Aufzugstechnik, Maßnahmen zur Verbesserung des Nutzerverhaltens und Optimierung der Trinkwarmwasserversorgung durch Umstellung auf Beheizung mit Warmwasser. Zum Jahresende 2010 wird zudem ein neues BHKW für die Erzeugung von Hochdruckdampf, Heizungswasser und Strom in Betrieb gehen.

Die strukturierte Vorgehensweise des Klinikums ist ein Beispiel, wie im Einklang von Investitions- und Betriebskosten individuelle Maßnahmenpakete zum größtmöglichen Nutzen umgesetzt werden können.

Das Supplement in TAB Technik am Bau, SHK Profi und elektro profi zu den Themen:

Energiewirtschaft, Energietechnik, Energieversorgung, Energieberatung, Photovoltaik, Solarthermie, Geothermie

# RE GENERATIVE ENERGIEN

Energietechnik · Photovoltaik · Energiewirtschaft · Solarthermie

# 2010

NEU: Ab 2010 auch  
Verbreitung an das  
Elektrofachhandwerk

Termine:

**REGENERATIVE ENERGIEN 2/2010**

Erscheinungstermin: 01.10.2010

Anzeigenschluss: 14.09.2010

**Auflage:** 40.000 Exemplare

