



Effiziente Energienutzung in Krankenhäusern

Nützliche Informationen und Praxisbeispiele

Kosten senken und Wettbewerbsvorteile sichern

In Krankenhäusern liegt der Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten zwischen 2 und 3 %, der Anteil an den Sachkosten bei 6 bis 7 %. Aufgrund der steigenden Preise sind die Energiekosten für die Einrichtungen längst zu einem deutlich spürbaren Kostenfaktor geworden. Das Thema Energieeffizienz erhält daher eine immer größere Bedeutung.

Zahlreichen Krankenhäusern gelang es bereits, durch rationellen Energieeinsatz und ein durchdachtes Energiemanagement die angewachsenen Kosten wieder deutlich zu senken. Einsparpotentiale von bis zu 30 % sind möglich und in verschiedenen Projekten nachweislich erreicht worden. In allen Bereichen – von Wärme über Strom und Wasser bis zum Abwasser – lassen sich signifikante Einsparungen erzielen. Federführend wurden die Einrichtungen bei Planung und Durchführung von der Arbeitsgemeinschaft „Rationelle Energienutzung in Krankenhäusern“ unterstützt, die das Energiekonzept für die Branche erarbeitet hat. Dieses Projekt wurde gefördert von der nordrhein-westfälischen Landesregierung.

Die vorliegende Broschüre zur Energieeffizienz in Krankenhäusern bietet in komprimierter und übersichtlicher Form eine Orientierungshilfe. Grundlage eines jeden intelligenten Energienutzungskonzeptes ist die Einschätzung und genaue Analyse des Energieeinsatzes im jeweiligen Krankenhaus. Nach der Bestandsaufnahme geht es darum, das Einsparpotential zu erkennen und die entsprechenden Maßnahmen zu planen. Zur Anregung stellt die Broschüre auch einige Praxisbeispiele vor. Diese zeigen, wie in Kliniken mit vergleichsweise unaufwändigen Umstrukturierungen und Investitionen deutliche Einsparungen erzielt werden können. Die daraus folgende Senkung der Energiekosten kann einen deutlichen Wettbewerbsvorteil für die Krankenhäuser bedeuten.



Energiewirtschaftliche Struktur der deutschen Krankenhäuser

Zur besseren Einschätzung der energiewirtschaftlichen Struktur des einzelnen Krankenhauses ist zunächst ein allgemeiner Überblick über die Branche sehr hilfreich. In diesem Kapitel sind zunächst allgemeine Eckdaten zur Ist-Situation der Krankenhäuser abgebildet. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Nordrhein-Westfalen. Ergänzt werden diese regionalen Daten durch die parallele Darstellung der Situation für das gesamte Bundesgebiet.

Ist-Situation Krankenhaus

Im Jahr 2007 sind in der Bundesrepublik Deutschland 2.087 Krankenhäuser und 1.239 Vorsorge- und Rehabilitationseinrichtungen betrieben worden. Insgesamt stehen etwa 500.000 aufgestellte Betten zur Verfügung. Ein Krankenhaus weist im Durchschnitt circa 240 Betten auf. Die Vorsorge- und Rehabilitationseinrichtungen sind dagegen mit rund 135 Betten im Mittel deutlich kleiner. Wird der Fokus auf Nordrhein-Westfalen gelegt, so ergibt sich, dass mehr als 20 % (432) der deutschen Krankenhäuser in diesem Bundesland liegen. Bei den Vorsorge- und Rehabilitationseinrichtungen sind knapp 11 % (134) in NRW angesiedelt. Siehe dazu die Tabelle unten. In dieser sind die Krankenhäuser zusätzlich nach der Art der Trägerschaft gelistet. Es zeigt sich, dass in NRW ein

sehr hoher Anteil an freigemeinnützigen Krankenhäusern im Vergleich zum Bundesgebiet existent ist, in dem wiederum der Anteil der öffentlichen Trägerschaften im Vergleich zu NRW mehr als doppelt so hoch ist.

Die Betten in deutschen Krankenhäusern sind im Durchschnitt zu 77 % ausgelastet. Gleiches gilt in etwa für NRW. Während diese Zahl in den letzten Jahren relativ konstant ist, nimmt sowohl die Anzahl der aufgestellten Betten als auch die durchschnittliche Verweildauer von derzeit 8,3 Tagen tendenziell ab. Im Jahr 2001 betrug die Verweildauer noch 10,1 Tage. Die Zahl der in den Krankenhäusern geleisteten Pflage tage beträgt rund 143 Millionen pro Jahr, wovon knapp 24 % auf NRW entfallen. Siehe dazu Tabelle unten.

Die Gesamtkosten der deutschen Krankenhäuser lagen für das Jahr 2007 bei 69,2 Milliarden Euro. Der Anteil der Sachkosten an den Gesamtkosten im Krankenhauswesen beträgt rund ein Drittel. Nach Ermittlungen der statistischen Ämter entfallen von den Sachkosten 6 bis 7 % auf die Bereitstellung von Energie und Wasser. Für ein einzelnes Krankenhaus werden dementsprechend jedes Jahr bundesweit im Durchschnitt mehr als 800.000 Euro für Energie und Wasser ausgegeben.

Krankenhäuser in NRW und Deutschland

Krankenhaustyp	Anzahl der Häuser	
	BRD	NRW
allgemeine Krankenhäuser	1.791	361
öffentlich	587	62
freigemeinnützig	678	260
privat	526	39
sonstige Krankenhäuser	296	71
Gesamt	2.087	432

Bettenanzahl, Pflage tage, Fallzahlen und Auslastung der Krankenhäuser in NRW und Deutschland

Krankenhäuser	Anzahl Betten	Anzahl Pflage tage	Anzahl Fallzahlen	Bettenauslastung
Deutschland	506.954	142.983.000	17.178.573	77,2 %
NRW	123.896	34.246.000	4.009.186	75,7 %

In der unten abgebildeten Tabelle sind die jährlichen Sach- und Energiekosten für die Krankenhäuser in NRW und für das Bundesgebiet getrennt nach Trägerschaft (öffentlich, freigemeinnützig, privat) aufgeführt. Der Sachkostenanteil der Krankenhäuser in NRW lag im Jahr 2007 bei knapp 5,9 Milliarden Euro und der Energie- und Wasserkostenanteil betrug 406 Millionen Euro, entsprechend 6,9 %. In NRW liegen die durchschnittlichen Kosten für Energie und Wasser bei über 900.000 Euro und somit über dem Bundesdurchschnitt.

Für das Jahr 2006 lagen die Gesamtkosten aller deutschen Krankenhäuser laut Statistischem Bundesamt bei 66,2 Milliarden Euro und die Sachkosten bei 23,9 Milliarden Euro. Das heißt, es ist vom Jahr 2006 zum Jahr 2007 zu einer Steigerung der Gesamtkosten von 4,5 % und der Sachkosten von 7,5 % gekommen. Bei den Energie- und Wasserkosten lag die Steigerung vom Jahr 2006 (1.664.893.000 Euro) zum Jahr 2007 (1.742.764.000 Euro) bei 4,7 %.

Insgesamt ist festzuhalten, dass die Krankenhäuser in NRW im Vergleich zu Krankenhäusern anderer Bundesländer in den Bereichen Energie und Wasser keine besonderen Spezifika aufweisen. Dadurch haben die in den nachfolgenden Kapiteln beschriebenen Ansätze und Maßnahmen zur Energieoptimierung bundesweite Gültigkeit.

Sachkosten und Energiekosten der Krankenhäuser in NRW und Deutschland im Jahr 2007

	Krankhaustyp	Sachkosten [€]	Kosten für Wasser, Energie, Brennstoffe [€]
Deutschland	allgemeine Krankenhäuser	24.894.468.000	1.652.718.000
	öffentlich	13.781.740.000	956.097.000
	freigemeinnützig	7.505.073.000	475.956.000
	privat	3.607.655.000	220.665.000
	sonstige Krankenhäuser	826.279.000	90.046.000
	Gesamt	25.720.747.000	1.742.764.000
NRW	allgemeine Krankenhäuser	5.657.481.000	377.827.000
	öffentlich	2.100.505.000	157.378.000
	freigemeinnützig	3.297.882.000	202.646.000
	privat	259.094.000	17.803.000
	sonstige Krankenhäuser	247.764.000	28.672.000
	Gesamt	5.905.245.000	406.499.000

Energieversorgungsstruktur

Dem „System Krankenhaus“ wird Energie in Form von Wärme, Kälte, Strom und Druckluft/Vakuum zugeführt. In der Tabelle unten sind die wesentlichen Energieverbraucher sowie die unterschiedlichen Möglichkeiten der Energieerzeugung sowie der Energiebereitstellung dargestellt.

Strom

Neben medizinisch-technischen Geräten sowie EDV- und Kommunikationsanlagen ist insbesondere der Eigenbedarf technischer Versorgungsanlagen wie Gebläse, Lüfter, Pumpen und Kompressoren ein wichtiger Verbraucher von Strom. Einen nicht unwesentlichen Beitrag an den Energiekosten für Strom hat auch die Beleuchtung. Weitere Stromverbraucher sind Aufzüge, Küche, Wäscherei sowie Desinfektion und Sterilisation.

Wärme

Die Wärme für die Beheizung und Belüftung der Räume stellt in der Regel ein Warmwasser-Heizkessel bereit. Gelegentlich und insbesondere bei älteren Anlagen findet auch Dampf Verwendung, der über Wärmetauscher gefahren wird. Küchen und die Desinfektion werden mit Niederdruck-Dampf bis 1 barÜ (Überdruck) versorgt, während die für die Wäscherei und die Sterilisation notwendigen hohen Temperaturen in der Regel den Einsatz von Hochdruck-Dampf bis 13 barÜ erfordern. Eine Alternative zur Eigenerzeugung ist der Bezug von Fernwärme in Form von Heißwasser oder Dampf. Durch den zunehmenden Trend zur Auslagerung vor allem der Bereiche Küche und Wäscherei sind oftmals die vorhandenen gewachsenen Energieversorgungsstrukturen nicht mehr an den tatsächlichen Bedarf angepasst. Durch die Überdimensionierung der Wärmeanlagen arbeiten diese dann mit zum Teil sehr schlechten Wirkungsgraden.

Auflistung typischer Verbraucher von Wärme, Kälte, Strom, Druckluft und Vakuum in Krankenhäusern

Nutzenergie	Verbraucher	Erzeuger
Wärme	<ul style="list-style-type: none"> ■ Raumluftechnische Anlage (Klima, Lüftung) ■ Heizung ■ Brauchwarmwasser ■ Bäder ■ Küchen ■ Wäscherei ■ Desinfektion / Sterilisation 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Heizkessel (Heiß-/Warmwasser) ■ Dampfkessel (ND-/HD-Dampf) ■ Fernwärme ■ BHKW ■ Biomasse /Solarthermie / Geothermie
Kälte	<ul style="list-style-type: none"> ■ Raumklimatisierung ■ Kühlräume Pathologie ■ Kühlgeräte für Medizin und Lebensmittel ■ Medizinisch-technische Geräte ■ EDV-Anlagen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kältemaschine (KKM/AKM)
Strom	<ul style="list-style-type: none"> ■ Eigenverbrauch technische Versorgungsanlagen (Gebläse, Lüfter, Pumpen, Kompressoren, ...) ■ Medizinisch-technische Geräte ■ EDV und Kommunikationsanlagen ■ Beleuchtung ■ Aufzüge ■ Küchen ■ Wäscherei ■ Desinfektion / Sterilisation 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fremdbezug ■ BHKW ■ Notstromaggregat ■ Photovoltaik / Solar
Druckluft und Vakuum	<ul style="list-style-type: none"> ■ Beatmung ■ Absaugung (Sekrete u. Körperflüssigkeiten) ■ Antrieb medizinischer Geräte ■ Antrieb technischer Geräte ■ Antrieb Förderanlagen und Türen ■ Antrieb von Stellgliedern 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kompressor ■ Vakuumpumpen (Primär-V.) ■ Injektor (Sekundär-V.)

Kälte

Die Bereitstellung von Kälte stellt im Krankenhausbereich einen großen Energiekostenfaktor dar. Neben der Klimatisierung allgemeiner Räume müssen bei speziellen Räumen wie beispielsweise Operationssälen oder pathologischen Kühlräumen besondere Bedingungen eingehalten werden. Kühlung ist ferner erforderlich für den Betrieb bestimmter medizinisch-technischer Geräte sowie für die Lagerung von temperaturempfindlichen Arzneien und Lebensmitteln. In der Regel werden die Kälteverbraucher mit Kaltwasser (Vorlauf-/Rücklauf-Temperatur 6 °C/10 °C) von einer zentralen Kälteerzeugungsanlage versorgt. Diese Kälteanlage arbeitet meist nach dem Kompressionsprinzip mit den typischen Nachteilen hoher Stromverbrauch, hohe Strombezugsspitzen und (insbesondere bei Altanlagen) Probleme mit klimaschädlichen Kältemitteln. Modernere Anlagen arbeiten energieeffizienter nach dem Absorptionsprinzip und sind oftmals in eine Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung integriert.

Druckluft und Vakuum

Der Energieverbrauch in Form von Druckluft bzw. Vakuum spielt im Krankenhaus eine eher untergeordnete Rolle. Mit diesen Hilfsmedien wird Arbeit verrichtet (z.B. Absaugungen oder Tür-Öffnen) oder werden steuerungstechnische Aufgaben (Ventilsteuerung) wahrge-

nommen. Einige medizinische Geräte, insbesondere im OP-Bereich, sind auf die Versorgung mit Druckluft bzw. Vakuum angewiesen.

Allgemein lässt sich sagen, die Anforderungen an die Energieversorgungsanlagen in Krankenhäusern sind:

- Versorgungssicherheit
- Funktionsfähigkeit
- Wirtschaftlichkeit
- hygienische und sonstige medizinische Aspekte

Die Versorgungssicherheit und die Einhaltung definierter Parameter (z.B. keimfreie Luft, Mindesttemperaturen zur Sterilisation etc.) spielen im Krankenhauswesen naturgemäß eine sehr große Rolle. Im Bereich der Wirtschaftlichkeit wurden in der Vergangenheit jedoch oftmals vermeintlich investiv billigere Lösungen zu Ungunsten mittel- und langfristig kostensparender Alternativen bevorzugt. Darüber hinaus wird häufig die Anpassung an veränderte Energieverbrauchsstrukturen versäumt. Ein weiteres Problem besteht darin, dass in vielen Fällen keine oder nur ungenügende Energiedaten zur Verfügung stehen und somit die notwendige Energietransparenz fehlt.



Energiekennwerte

Der Gesamtenergieverbrauch eines Krankenhauses ist von verschiedenen Faktoren abhängig:

- Anzahl Gebäude / Bauform / Nettogrundfläche (NGF)
- Anzahl Betten
(in folgende Gruppen eingeteilt: I: 0-250 / II: 251-450 / III: 451-650 / IV: 651-1.000 / V: > 1.000)
- Anzahl Fallzahlen (ambulant / stationär)
- Auslastung / jährliche Anzahl Patienten (ambulant / stationär)
- Baujahr
- Stand der Technik / Gebäudesubstanz
- Klimatische Bedingungen
- Art der eingesetzten Energieträger

Im Folgenden werden verschiedene Erhebungen dargestellt, die auf einer unterschiedliche Anzahl von untersuchten Krankenhäusern basieren. In der Regel werden die Kennwerte bezogen auf ein Bett pro Jahr angegeben. Daneben finden sich in der Literatur auch andere Bezugswerte wie beispielsweise die Jahrespflegetage oder die Netto- bzw. Brutto-Grundfläche sowie in jüngeren Erhebungen die Fallzahlen.

Heizenergie- und Stromverbrauchskennwerte, VDI 3807

In der VDI-Richtlinie 3807 Blatt 2 sind für verschiedene Gebäudegruppen Energieverbrauchskennwerte wiedergegeben. Für die „Bauwerkszuordnung Krankenhaus“ wird der spezifische Energie- bzw. Wasserverbrauchswert nicht wie sonst üblich auf die Bruttogrundfläche bezogen, sondern auf die Anzahl der Betten. In der Tabelle unten sind die empirisch ermittelten Richt- und Mittelwerte für deutsche Krankenhäuser dargestellt.

Die Energiekennwerte aus der VDI-Richtlinie stimmen mit den Werten aus der ages-Studie „Verbrauchskennwerte 1999“ überein. Die ages-Studie gibt jedoch zusätzlich Wasserkennwerte an, die in der unteren Tabelle aufgenommen wurden.

Untersucht wurden 243 Krankenhäuser aus den Bilanzjahren 1993 bis 1995 mit einer durchschnittlichen Bettenzahl von 450 Betten. Als Mittelwert wird der sogenannte Modalwert angegeben. Das ist der Wert, der in einer Verteilung am häufigsten vorkommt.

Verbrauchs-Mittel- und Richtwerte für Heizenergie und Strom sowie für Wasser

Versuchsstufe	Anzahl Betten	Heizenergie [kWh _{th} /(Bett*a)]		Strom [kWh _{el} /(Bett*a)]		Wasser [m ³ /(Bett*a)]	
		Mittelwert (Modalwert)	Richtwert (25%-Quartil)	Mittelwert (Modalwert)	Richtwert (25%-Quartil)	Mittelwert (Modalwert)	Richtwert (25%-Quartil)
I	0...250	19.800	14.200	4.650	2.600	126,0	72,1
II	251...450	20.100	14.600	5.350	3.550	131,6	99,4
III	451...650	28.100	18.000	5.450	3.900	165,2	126,6
IV	651...1.000	30.000	18.200	7.600	3.200	136,1	66,2
V	> 1.000	37.200	23.200	9.950	3.950	198,9	143,5
I...V	0... > 1.000	22.800	15.800	5.100	3.000	132,4	84,4

Die Angabe des arithmetischen Mittels hätte laut VDI zu einem überhöhten Orientierungswert geführt, da die Häufigkeitsverteilungen zumeist nicht symmetrisch, sondern linksschief ausfielen.

Als Richtwert wurde der empirisch bestimmte untere Quartalswert gewählt. Er errechnet sich aus dem arithmetischen Mittel der unteren 25 % der aufsteigend sortierten Kennwerte (arithmetisches Mittel des niedrigsten Viertels). Die Wahl dieses Wertes als anzustrebende Orientierungsgröße hat den Vorteil, dass er tatsächlich empirisch belegt ist, d.h. dass Gebäude, die diesen Wert einhalten, also wirklich existieren.

Die VDI-Richtlinie 3807 befindet sich aktuell in der Überarbeitung.

Energetisches Benchmarking

Im Rahmen des Teilprojekts „Energetisches Benchmarking für Krankenhäuser“ sind im Jahr 2001 bundesweit rund 1.800 deutsche Krankenhäuser angeschrieben und aufgefordert worden, einen zweiseitigen Fragebogen auszufüllen und einzusenden. Ziel dieser Befragung war es, energetische Kennwerte (Benchmarks) innerhalb eines möglichst großen Datenpools generieren zu können. Mittlerweile liegt die Gesamtsumme der eingegangenen Fragebögen bei über 1.600 Stück. Das bedeutet, dass bis zum Bilanzjahr 2008 im Durchschnitt jedes Jahr

über 150 Krankenhäuser am energetischen Benchmarking teilgenommen haben. Somit konnte der deutschlandweit größte Datenpool zum Thema Energie im Krankenhaus geschaffen werden. Die Fragebogenaktion stellt die Verbrauchsentwicklungen in Krankenhäusern seit dem Jahr 2000 bis Ende 2008 dar.

Aufgrund der stark abweichenden Versorgungsstruktur von kleinen und großen Krankenhäusern war es unumgänglich, die Häuser entsprechend ihrer Bettenzahl in verschiedene Kategorien (Versorgungsstufen) einzuteilen. Die fünf bettenzahlabhängigen Kategorien sind folgendermaßen eingeteilt:

- Kategorie I = 0 bis 250 Betten
- Kategorie II = 251 bis 450 Betten
- Kategorie III = 451 bis 650 Betten
- Kategorie IV = 651 bis 1.000 Betten
- Kategorie V = über 1.000 Betten

Im Folgenden werden die Mittelwerte der Verbrauchskennwerte aller an der Umfrage beteiligten Häuser des Bilanzjahres 2008 tabellarisch dargestellt. Zusätzlich zu den Verbrauchskennwerten sind die bettenbezogenen Quartilswerte und die CO₂-Emissionen in der gleichen Form dargestellt.

Mittlere Verbrauchskennwerte des Bilanzjahres 2008

Kategorie	Wärme-Kennwerte			Strom-Kennwerte			Wasser-Kennwerte		
	pro Bett	pro NGF	pro Fz	pro Bett	pro NGF	pro Fz	pro Bett	pro NGF	pro Fz
I	21.750	231	1.092	9.897	106	376	117	1,30	5,8
II	23.044	240	724	11.340	117	352	107	1,15	3,4
III	24.585	250	876	13.129	138	441	121	1,22	4,4
IV	21.514	238	1.081	11.305	127	671	108	1,21	5,9
V	27.887	229	619	15.438	118	331	142	0,88	3,0
I...V	22.932	238	929	11.358	119	411	115	1,22	4,8

Mittelwerte und 25%-Quartile Verbrauchskennwerte pro Bett (2008)

Kategorie	Wärme-Kennwerte pro Bett		Strom-Kennwerte pro Bett		Wasser-Kennwerte pro Bett	
	Mittelwert	25%-Quartil	Mittelwert	25%-Quartil	Mittelwert	25%-Quartil
I	21.750	19.241	9.897	7.450	117	88,2
II	23.044	17.563	11.340	8.162	107	85,2
III	24.585	17.798	13.129	10.322	121	97,4
IV	21.514	21.812	11.305	8.730	108	73,9
V	27.887	26.843	15.438	11.775	142	77,6
I...V	22.932	18.244	11.358	8.177	115	88,8

Die im Bilanzjahr 2008 bewerteten Krankenhäuser weisen in den einzelnen Kategorien im Mittel folgende Wärme-, Strom- und Wasser-Kennwerte pro Bett, pro Nettogrundfläche (NGF) und pro Fallzahl auf.

Die bettenbezogenen Verbrauchskennwerte sind als arithmetische Mittel und 25%-Quartile angegeben. Ein 25%-Quartil ist der Mittelwert der 25% niedrigsten Kennwerte innerhalb der jeweiligen Kategorie. Der Quartilswert wird von der VDI-Richtlinie 3807 als anzustrebender Zielwert interpretiert. Die Tabelle unten zeigt die arithmetischen Mittel und die 25%-Quartile der bettenbezogenen Verbrauchskennwerte für Wärme, Strom und Wasser.

Kosten für Energie und Wasser

Der durchschnittliche prozentuale Anteil der Energie- und Wasserkosten an den Gesamtkosten aller im Bilanzjahr 2008 untersuchten Krankenhäuser liegt, über die Kategorien I bis V verteilt, bei circa 3 Prozent. Damit ent-

sprechen die erhobenen Mittelwerte in etwa dem Vergleich des prozentualen Anteils der Energie- und Wasserkosten an den Gesamtkosten aller deutschen Krankenhäuser (2,5%).

CO₂-Emissionen

Da der CO₂-Ausstoß mit dem Brennstoff- und Strombedarf korreliert, steigt er erwartungsgemäß mit zunehmender Bettenanzahl in etwa gleichem Maße an.

Im Bilanzjahr 2008 sind die niedrigsten CO₂-Emissionen mit 3,61 t pro Bett von einem Krankenhaus der Kat. IV und die höchsten CO₂-Emissionen mit 34,52 t pro Bett bei einem Haus der Kat. II emittiert worden. Bei den CO₂-Emissionen pro m²NGF hingegen weisen Krankenhäuser der Kat. I sowohl den mit 38,9 Tonnen pro m²NGF niedrigsten sowie den mit 282,9 Tonnen pro m²NGF höchsten Wert auf.

Mittelwerte Energie-, Wasser- und Gesamtkosten Bilanzjahr 2008

Kategorie	Gesamtkosten [€/a]	Energie- und Wasserkosten [€/a]	%-Anteil der Energie- und Wasserkosten an den Gesamtkosten
I	15.728.011	563.504	3,6
II	44.999.366	1.199.852	2,7
III	77.612.171	2.197.296	2,8
IV	98.583.419	2.602.838	2,6
V	176.640.578	4.528.397	2,6
I...V	51.819.169	1.452.105	2,8

Mittelwerte CO₂-Emissionen Bilanzjahr 2008

Kategorie	Tonnen CO ₂ pro Bett	Tonnen CO ₂ pro NGF	Tonnen CO ₂ pro Fallzahl
I	11,60	125,4	436,3
II	13,68	141,1	424,9
III	13,99	144,9	469,2
IV	13,23	146,3	669,2
V	18,20	144,9	395,1
I...V	13,10	136,7	461,5

Energieoptimierung in Krankenhäusern

Die energetische Versorgung in Krankenhäusern muss in verschiedenen Betriebsbereichen gleichzeitig mit derselben Versorgungssicherheit gewährleistet sein. Durch Umstrukturierungen, Stilllegungen und Zubau von Betriebseinheiten können sich auch die Aufgaben von haustechnischen Anlagen und damit die Anforderungen an ihre Leistungsgrößen gravierend ändern. Damit entfernen sich die Anlagen mitunter erheblich von ihrer optimalen Auslegung. Von entscheidender Bedeutung ist daher, dass bei allen Veränderungen der Haustechnik die Auswirkungen auf sämtliche tangierten Funktionsbereiche berücksichtigt werden. Bei allen Energiesparmaßnahmen ist natürlich oberstes Gebot, dass die geltenden Vorschriften und Richtlinien sowie der Komfort und die Sicherheit der Patienten und des Personals nicht eingeschränkt werden dürfen.

Neben dem Ersatz oder der Modernisierung von bestehenden technischen Anlagen bieten der Betrieb und die Wartung vorhandener Anlagen sowie die Beeinflussung des Nutzerverhaltens und organisatorische Maßnahmen, also insgesamt ein durchdachtes Energiemanagement, interessante Möglichkeiten zur Energieeinsparung. So sollten die Einstellparameter von Anlagen regelmäßig überprüft werden, um eine bedarfsgerechte Einstellung und Fahrweise von technischen Anlagen zu gewährleisten.

Wie auch bei anderen Gebäuden hängen in Krankenhäusern die Energieverbräuche für Raumheizung, Kühlung und Belüftung hauptsächlich von den Wärmeverlusten und -gewinnen ab, die aus dem Wärmeübergang an die Außenluft und an die an das Erdreich grenzenden Flächen resultieren. Eine sorgfältige Planung und Bauausführung von Wärmedämmmaßnahmen ist für eine Verringerung der Wärmeverluste unabdingbar. Über den baulichen Wärmeschutz hinaus sollte man beim Neubau oder der Sanierung von Kliniken auf eine Maximierung der solaren Gewinne achten.

Der Einsatz regenerativer Energien, wie z.B. die Unterstützung der Wärmeversorgung durch Solarthermie, die Nutzung von Erdwärme oder die Erzeugung von elektrischem Strom und Wärme – bei entsprechender Anlagentechnik auch von Kälte – durch Blockheizkraftwerke haben sich mittlerweile am Markt etabliert. Neben der Verbesserung der technischen Möglichkeiten ist es

vor allem der wirtschaftliche Anreiz der Förderung durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), der einen Einsatz von regenerativen Energien bei der Energieversorgung für Krankenhäuser interessant macht.

Diese genannten übergreifenden Maßnahmen zur Energieeffizienz sind für sämtliche Gebäudetypen, Unternehmen und Einrichtungen zu überprüfen und entsprechend einzusetzen. Es handelt sich also um wichtige Querschnittsthemen. In diesem Kapitel geht es im Folgenden konkret um die technischen Anlagen in Krankenhäusern und welche Energiesparmaßnahmen speziell in diesem Bereich relevant sein können. Was davon im Einzelfall in einer Klinik sinnvoll und praktikabel ist, hängt von den jeweiligen Gegebenheiten ab.

Wärmeversorgung

In deutschen Krankenhäusern entfallen auf die Wärmeerzeugung zum Teil bis zu 70 % des Gesamtenergieeinsatzes. Energieträger sind in der Regel Erdgas oder Heizöl. In einigen Fällen erfolgt die Wärmeversorgung über einen Fernwärmeanschluss. Flüssiggas und Kohle sind hinsichtlich der Wärmeversorgung heute zu vernachlässigende Größen. Der Gesamtwärmebedarf setzt sich aus Raumwärme-, Warmwasser- und Dampfbedarf zusammen. Der Energieeinsatz für die Dampferzeugung nimmt hierbei eine untergeordnete Rolle ein. Es handelt sich in der Regel um 10 bis 20 % des Energieeinsatzes. Das ist jedoch stark abhängig von der Struktur des Hauses.

Neben der Verbraucherstruktur wird der Energieeinsatz vor allem von folgenden Einflüssen bestimmt:

- Art, Alter und Zustand der technischen Ausrüstung
- Art des Energieträgers
- Nutzerverhalten
- Wartung und Betrieb der Anlage

Ein wesentlicher Bestandteil einer effizienten Wärmeversorgung ist die Wärmerückgewinnung. Die Nutzung der anfallenden Wärme ist in vielen energietechnischen Prozessen möglich, beispielsweise die Abwärmenutzung aus Kühlanlagen und Großküchengeräten. Üblicherweise

se lassen sich in allen Bereichen Energie- und somit Kosteneinsparungen erzielen. Bei günstigen Bedingungen ist eine Reduzierung des Brennstoffeinsatzes von bis zu 50 % möglich.

Raumwärmeerzeugung

Die Wärmeerzeugung erfolgt in den meisten Kliniken durch gas- oder ölbefeuerte Warmwasser- oder Dampfkessel. Untersuchungen haben ergeben, dass die Wärmeerzeugungsanlagen in vielen Krankenhäusern teilweise um den Faktor 2 bis 3 überdimensioniert sind. Die Ursachen liegen meist in einer zu großzügigen Auslegung während der Planungsphase oder in nachträglichen Umstrukturierungen innerhalb der Krankenhäuser, durch die sich der Gesamtwärmebedarf verringert hat. Die Folge sind in der Regel hohe Bereitschaftsverluste.

Raumwärmeverteilung

Das Wärmeverteilnetz muss den Anforderungen der Verbraucher bezüglich Temperaturniveau und Durchflussraten entsprechen. Die zeitlich stark unterschiedlichen Lastgänge der verschiedenen Wärmeverbraucher führen dabei zu großen Schwankungen bei den hydraulischen und thermischen Anforderungen an das Netz. In der Regel treten in den Verteilleitungen Verluste auf. Zur Vermeidung unnötiger Bereitstellungsverluste sollte daher die Regelung des Verteilnetzes in der Lage sein, die Betriebsparameter exakt an den Wärmebedarf der einzelnen Verbrauchsstellen anzupassen. Auch beim Wärmeverteilnetz kann durch regelmäßige Überprüfung und gegebenenfalls eine bedarfsorientierte Einstellung von Anlagenparametern der Energieeinsatz minimiert werden. Darüber hinaus sollten alle Leitungen ausreichend wärmegeklämt sein.

Raumwärmeverbrauch

Sehr oft ist die Temperatur einzelner Räume des Krankenhauses oder das Temperaturniveau insgesamt zu hoch. Durch Absenken der Raumtemperatur um 1°C kann etwa 5 bis 8 % Heizenergie eingespart werden. Hierbei dürfen natürlich Sicherheit und Komfort für Patienten und Personal nicht außer Acht gelassen werden. Die Raumtemperatur sollte darüber hinaus unabhängig von der Außentemperatur möglichst konstant gehalten werden. Hier empfiehlt sich der Einbau einer automatischen außentemperaturabhängigen Regelungsanlage.

Bei der Wärmeversorgung und den großen Einsparpotentialen, die in diesem Bereich liegen, handelt es sich grundsätzlich ebenfalls um ein wichtiges Querschnittsthema. Denn es betrifft Firmen und Einrichtungen wie Krankenhäuser gleichermaßen. Mit welchen Investitionen und Maßnahmen sich die Energieeffizienz erhöhen und Einsparpotentiale erschließen lassen, stellt die EnergieAgentur.NRW unter anderem in der Broschüre „Heizung - Potenziale zur Energieeinsparung“ dar. Die Broschüre lässt sich bestellen oder downloaden auf der Webseite der EnergieAgentur.NRW unter www.energieagentur.nrw.de

Brauchwarmwassererzeugung

Die Deckung des Brauchwarmwasserbedarfs in Krankenhäusern erfolgt überwiegend mit Warmwasserbereitern in Form von Speicherbehältern mit Wärmetauschern. Energieeinsparpotentiale bestehen hier vor allem auf der Verbrauchsseite. Sollte aus technischen Gründen ein Ersatz der Brauchwarmwasserbereitung ohnehin notwendig werden, empfiehlt es sich, die Auslegung der Anlage entsprechend den tatsächlichen Bedarfswerten anzupassen.

Der Einsatz von thermischen Solaranlagen bietet eine einfache und effiziente Möglichkeit, die Warmwassererzeugung zu unterstützen. Bei vorhandenen bautechnischen Voraussetzungen wie beispielsweise entsprechende Dachneigung und unverschattete Dach- und Fassadenflächen und einer angepassten technischen Auslegung des Solarkollektors ist zumindest in den Monaten Juni bis August eine vollständige Bereitstellung von Warmwasser entsprechend des Warmwasserbedarfs durch die Nutzung der Solarthermie möglich.

Die Reduzierung des Brauchwarmwasserverbrauchs lässt sich vor allem an Handwaschbecken und Duschen erreichen. Daneben kann die Reduzierung der Speichertemperatur zur Verringerung der für die Brauchwasserbereitung erforderlichen Energie beitragen. Allerdings sind hier aus hygienischen Gründen (z.B. wegen der Gefahr von Legionellen) Einschränkungen gegeben.

Erzeugung und Verteilung von Dampf

In vielen Krankenhäusern bestehen auch heute noch Dampfkesselanlagen zur Erzeugung von Hochdruck- oder Niederdruckdampf. In vielen Fällen sind bedingt durch Auslagerung einzelner Bereiche wie beispielsweise Wäschereien die entsprechenden Anlagen überdimensioniert. Die erzeugten Druckstufen resultieren oft aus Erfordernissen, die längst überholt sind.

Um die Energieeinsparpotentiale hinsichtlich der Dampferzeugung auszuschöpfen, sollte zunächst eine Analyse der Bedarfswerte erfolgen. In den meisten Fällen kann diese Analyse durch den Einbau kostengünstiger Kondensatmengenzähler erfolgen. Ziel ist hierbei, herauszuarbeiten, wie viel Dampf auf welchem Druckniveau in Zukunft benötigt wird. Gegebenenfalls können dann Teile des Netzes stillgelegt werden, was zu erheblichen Verringerungen der Bereitschaftsverluste führen würde. Je nach festgestelltem Bedarf kann die Kesselanlage dann unter Umständen auf einem niedrigeren Druckniveau betrieben werden. Dies führt ebenfalls zu Einsparungen von Energiekosten.

Stromversorgung

Obwohl der Anteil des elektrischen Energieverbrauchs am Gesamtenergieverbrauch eines Krankenhauses im Durchschnitt nur circa 20 bis 30 % beträgt, belaufen sich die Stromkosten aufgrund der höheren spezifischen Preise häufig auf etwa die Hälfte der gesamten Energiekosten.

Als Einstieg zur Ermittlung der Kostensenkungsmöglichkeiten ist die Überprüfung der Strombezugsbedingungen obligatorisch. Hierbei ist es vorrangiges Ziel, aus den vom Versorger angebotenen Preisregelungen die günstigste zu ermitteln und vertraglich zu vereinbaren. Im Rahmen dieser Überprüfung wird aber Klarheit über die Grenzkosten der Strombeschaffung gewonnen. Grenzkosten sind die tatsächlich vermiedenen Stromkosten, die in der Regel geringer sind als die durchschnittlichen Stromkosten, da sich der Strompreis aus Leistungs- und Arbeitspreis zusammensetzt. Anhand der Grenzkosten kann eine korrekte Bewertung der wirtschaftlichen Auswirkungen von Energierationalisierungsmaßnahmen erfolgen.

Eine wichtige Maßnahme für eine effiziente Reduzierung der Stromkosten kann - je nach Vertrag - die Vermeidung extremer Lastspitzen sein. Daher ist es sinnvoll, Verbraucher wie Lüftungsantriebe, Kühlaggregate etc. in Zeiten, in denen Spitzenlasten abzusehen sind, mit geringerer Leistung zu betreiben oder abzuschalten. Dies ist durch eine automatische Regelung entsprechend der Tageslastgänge oder eine automatische Maximumüberwachung zur Spitzenlastreduzierung, also einem Lastmanagementsystem, zu realisieren. Darüber hinaus sollte der Betrieb von energieintensiven Geräten möglichst in Schwachlastzeiten oder in Niedertarifzeiten verlagert werden. Die Reduzierung der Transformatorverluste durch Einsatz verlustarmer Transformatoren bzw. lastabhängiges Schalten einzelner Transformatoren ist ebenfalls ein geeigneter Weg, um Strom und damit Energiekosten zu sparen.



Als Diagnoseinstrument zur Schwachstellenermittlung hat sich die Analyse der jahreszeitlichen und der tageszeitlichen Abnahme bewährt. Während die Erstgenannte durch die Auswertung der monatlichen Verbrauchsabrechnung ermittelt werden kann, muss für letztere eine Messeinrichtung installiert werden. Sinnvoll ist auch die Messung einzelner haustechnischer Anlagen. Damit lässt sich die Betriebsführung feststellen und gegebenenfalls bedarfsgerecht einstellen. Auf diese Weise können folgende Größen abgeschätzt werden:

- Das Potenzial von Leistungssteuerungs-Maßnahmen
- Der Strombedarf im Zusammenhang mit der Raumwärmebereitstellung
- Der Strombedarf für Licht
- Der Tagesgang des Strombedarfs für Großverbraucher wie z.B. Kältekompressoren

Daraus resultieren konkrete Hinweise für weitere Maßnahmen, wie der Einsatz einer Eisspeicheranlage oder der Einsatz von effizienten Leuchtmitteln in der Außenbeleuchtung.

Neben Maßnahmen zur Optimierung der Lastkurve können erhebliche Stromkosteneinsparungen durch Verbesserung der Verbraucherstruktur realisiert werden. Ein großes Einsparpotential bietet die Substitution von Strom zu Heiz- bzw. Kochzwecken in Großküchen. Der überwiegende Teil der modernen Kochgeräte in Küchen kann mit Erdgas betrieben werden. Ein möglicher Betrieb mit Dampf ist im Einzelfall zu prüfen. Durch den Einsatz von Erdgas zu Kochzwecken werden in jedem Falle eine Primärenergieeinsparung und eine Betriebskostensenkung erreicht. Restriktionen können sich allerdings dadurch ergeben, dass die in der Küche installierte Lüftungsanlage die mit dem Betrieb von Erdgasgeräten zusätzlich auftretenden Luftmengen (Verbrennungsluft bzw. Abluft) nicht bewältigen kann. Dies ist vor dem Einsatz von Erdgasgeräten zu klären.

Weitere Maßnahmen betreffen vor allem die Reduzierung des Strombedarfs bei der elektrischen Hilfsenergie für Wärmeerzeugungs- und -verteilungsanlagen sowie Lüftungs- und Klimaanlagen. So bestehen in einigen Fäl-

len erhebliche Verbesserungsmöglichkeiten durch den Ersatz überdimensionierter Elektromotoren, durch den Einsatz von Elektromotoren mit höherem Wirkungsgrad (Energiesparmotoren), durch eine genauere Anpassung der Lüfterleistung an den erforderlichen Bedarf, durch die Reduzierung der Betriebsstunden der elektrisch betriebenen Lüftungsanlagen mittels bedarfsabhängiger Schaltungen oder durch den Einsatz von Drehzahlregelungen.

Auch der Strombedarf für Pumpen (z.B. Heizungsumwälzpumpen) kann durch neue, effizientere Motoren mit elektronischer Regelung der Drehzahl verringert werden. Da die Pumpen nach dem Vollastfall entsprechend der DIN 4701 ausgelegt sind, dieser Zustand in den meisten Anlagen aber fast nie erreicht wird, kann durch den Einsatz von Drehzahlregelungen der Strombedarf um bis zu 50 % reduziert werden. Neuere Entwicklungen regeln die Drehzahl direkt nach dem Volumenstrom, was den Stromverbrauch minimiert.

Über die Energieeinsparpotentiale durch den Einsatz von effizienteren Motoren und Drehzahlregelungen informiert die EnergieAgentur.NRW mit einer eigenen Broschüre, denn es handelt sich um ein Querschnittsthema. Die Veröffentlichung unter dem Titel „Elektrische Antriebe - Potenziale zur Energieeinsparung“ lässt sich bestellen oder downloaden auf der Webseite der EnergieAgentur.NRW unter www.energieagentur.nrw.de

Neben der Reduzierung des Strombedarfs sind weitere Optimierungsmaßnahmen in der eigenen Stromerzeugung möglich. Zur Erzeugung von elektrischer Energie kann der Einsatz eines Blockheizkraftwerks (BHKW) sinnvoll sein. Neben dem erzeugten Strom kann so durch Kraft-Wärme-(Kälte-)Kopplung je nach Bedarf die anfallende thermische Energie zur Wärmeversorgung bzw. zur Kälteerzeugung genutzt werden. BHKW lassen sich auch durch Biogas betreiben, was gegenüber Erdgas eine deutliche CO₂-Reduktion bewirkt. Eine weitere Möglichkeit zur klimafreundlichen Stromerzeugung bieten Photovoltaikanlagen. Diese sind sehr wartungsarm und ermöglichen durch eine garantierte Einspeisevergütung einen langfristig gesicherten Ertrag.

Kälteversorgung

Typische Kälteverbraucher in einem Krankenhaus sind Operationsäle, medizinisch-technische Geräte sowie die Krankenhausküchen. Hinzu kommen verschiedene, meist innenliegende Räume, in denen Beleuchtungsanlagen mit sehr hoher Beleuchtungsstärke oder Rechneranlagen durch ihre große Wärmeentwicklung eine zusätzliche Kühlung erforderlich machen. Die Kälteverbraucher werden in der Regel durch eine zentrale Kälteerzeugung versorgt.

Die Kälteversorgung ist ein wichtiges Querschnittsthema. Denn es betrifft Firmen und Krankenhäuser gleichermaßen. Mit welchen Investitionen und Maßnahmen sich in diesem Bereich die Energieeffizienz erhöhen und Einsparpotentiale erschließen lassen, stellt die Energie-Agentur.NRW in der Broschüre „Kälteerzeugung - Potentiale zur Energieeinsparung“ dar.



Lüftungs- und Klimaanlage

Eine regelmäßige Überprüfung der Lüftungs- und Klimaanlage auf ihre Funktion und Regelgenauigkeit ist in jedem Falle ratsam, um unnötig hohe Energieverbräuche zu vermeiden.

Da aber auch bei einwandfrei arbeitenden Anlagen in der Regel hohe Abwärmemengen anfallen, sollte zusätzlich der Einsatz von geeigneten Wärmerückgewinnungssystemen in Betracht gezogen werden. Bei Lüftungs- und Klimaanlage sind Energieeinsparpotentiale von 30 bis 50 % zu erzielen. Bei Neubauten sind Wärmerückgewinnungsanlagen in der Regel wirtschaftlich zu betreiben. Die Kapitalrückflusszeiten können dann deutlich unter 5 Jahren liegen. Bei der nachträglichen Installation von Wärmerückgewinnungsanlagen hängt die Wirtschaftlichkeit stark von dem erforderlichen baulichen und technischen Aufwand ab.

Ein weiteres Einsparpotential bei den Energiekosten von raumlufttechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) liegt im Bereich der Kühlung. Die Kältebereitstellung erfolgt üblicherweise über elektrisch angetriebene Kältemaschinen. Bei bestehenden RLT-Anlagen kann oft durch Nutzung der vorhandenen Befeuchter ein Teil der elektrisch erzeugten Kälteenergie substituiert werden. Hierbei wird der Verdunstungseffekt von Wasser genutzt (adiabate Kühlung). Der Stromeinsparung steht hier jedoch ein höherer Wasserverbrauch gegenüber.

Bei der Neuplanung von RLT-Anlagen kann durch den Einsatz moderner Systeme (Desiccant Cooling System) auf herkömmliche Kälteerzeugung vollständig verzichtet werden. Die Kühlung erfolgt hier ausschließlich durch Befeuchtung, wobei zur Ausschöpfung des Kühlpotentials durch Befeuchtung eine Außenluftentfeuchtung durch Adsorption vorgeschaltet ist.

Neben den genannten technischen Möglichkeiten bietet die Überprüfung sowie Reduzierung von Raumtemperaturen und Luftwechselraten gegebenenfalls weitere Einsparmöglichkeiten. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die geltenden Vorschriften und Richtlinien bzw. der Komfort und die Sicherheit der Patienten und des Personals nicht eingeschränkt werden dürfen.

Ein weiterer Lösungsansatz, der Komfortgewinn und Energieeinsparung miteinander in Einklang bringt, ist die bedarfsangepasste Regelung mittels CO₂- oder besser noch mittels Mischgas-Sensoren. Insbesondere die

Beleuchtung

Mischgas-Sensor-Technik verspricht für die Zukunft durch ihr breitbandiges Ansprechen auf verschiedene relevante Gase und Dämpfe eine sehr gute Volumenstromregelung entsprechend der tatsächlichen Raumluftqualität. Der Detektor ist in der Lage, flüchtige, leicht oxidierbare organische Substanzen (VOC - volatile organic compounds) wie beispielsweise Essensgerüche, Tabakrauch oder Ausdünstungen von Personen, Möbeln und Geräten aufzuspüren.

Der Anteil der Beleuchtung am Stromverbrauch ist abhängig von der Ausstattung der Krankenhäuser sehr unterschiedlich. Er hat in der Regel aber einen wesentlichen Einfluss auf die Stromkosten. Die Beleuchtung ist ein wichtiges Querschnittsthema. Denn es betrifft Unternehmen und Krankenhäuser gleichermaßen. Mit welchen Investitionen und Maßnahmen sich die Energieeffizienz in diesem Bereich erhöhen und Einsparpotentiale erschließen lassen, stellt die EnergieAgentur.NRW in der Broschüre „Beleuchtung - Potenziale zur Energieeinsparung“ dar.



Energie sparen: Konkrete Beispiele aus der Praxis

Im vorangegangenen Kapitel sind zahlreiche Möglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Reduzierung der Energiekosten in Krankenhäusern beschrieben. Sicherlich können nicht immer alle Maßnahmen in jeder Einrichtung umgesetzt werden. Dieses Kapitel stellt einzelne Krankenhäuser vor und welche Einsparmöglichkeiten für sie unter anderem ermittelt wurden. Denn nichts ist überzeugender als das konkrete erfolgreiche Beispiel aus der Praxis.

LWL-Klinik Lippstadt

Die LWL-Klinik Lippstadt im Landschaftsverband Westfalen-Lippe verfügt über 1.050 Betten und eine Geschossfläche von 154.000 m². Das Konzept der Klinik sieht eine kontinuierliche Verringerung des Wärmeverbrauchs durch Modernisierungen seit den 1970er Jahren, den Aufbau einer Gebäudeleittechnik sowie die Errichtung eines Blockheizkraftwerks (BHKW) vor. Die Klinik besteht aus 55 Gebäuden (Baujahr 1723 bis 1975), die zum Teil denkmalgeschützt sind.

Maßnahmen

- Umstellung der Wärmeversorgung von Kohle auf eine hocheffiziente Brennwertkesselanlage mit Erdgasfeuerung
- 2 Kessel mit je 5,5 MW, Aufstellung zentral im Kesselhaus, fahrweise gleitend mit Kesselfolgeschaltung und Abgaswärmetauscher
- Abschaltung der Dampfturbinen zur Stromerzeugung bedingt durch den Wegfall der Dampfkessel für die Wärmeversorgung

- Temperatur basierend drehzahlgeregelte Heizungsumwälzpumpen
- Dezentralisierung der Trinkwassererwärmung, Verringerung von Verlusten durch lange Leitungswege
- Einbau eines BHKW mit Leistung elektrisch 280 kW, thermisch 432 kW, Wirkungsgrad circa 90 %
- Einbau von Fenstern mit effizienter Wärmeschutzverglasung und Wärmedämmung im Dachbereich durch Dämmung der obersten Decke in zwei Gebäuden

Einsparungen

Der Gesamtenergieverbrauch ist um circa 30 % auf 30 MWh pro Bett und Jahr verringert worden. Durch die umgesetzten Maßnahmen ist eine Reduzierung der CO₂-Emissionen um circa 50 % erzielt worden, was einer Entlastung von rund 8.000 t CO₂ entspricht.

Bethesda Krankenhaus Wuppertal

Das Bethesda Krankenhaus Wuppertal verfügt über 363 Betten und eine Fallzahl von 13.140 vollstationär / 15.860 ambulant.

Maßnahmen

Im dem Krankenhaus stand eine Erneuerung der Energie- und Wärmeversorgung an. Die Bandbreite der drei alten, in einem separaten Kesselhaus rund 200 Meter vom Krankenhaus entfernt untergebrachten, gasbeheizten Dampfkessel aus den 1970er und 1980er Jahren erstreckte sich dabei von 2 bis 6 Tonnen pro Stunde Dampferzeugungsleistung, insgesamt rund 12 Tonnen pro Stunde (circa 10.000 kW). Da die Dampfanwendungen im Bethesda Krankenhaus zunehmend reduziert



wurden, lag es nahe, das System komplett von Dampf auf Heißwasser als Wärmeträgermedium umzustellen. Die Sanierung umfasste zudem die Dezentralisierung der Warmwasserbereitung sowie auf Empfehlung der EnergieAgentur.NRW den Bau und die Einbindung eines Blockheizkraftwerkes in den Warmwasserkreislauf und in die Stromversorgung. Die neue Wärmeversorgung auf Heißwasserbasis musste dabei parallel zur bestehenden Dampfversorgung aufgebaut werden, da die Wärmeversorgung bis zur Umstellung von Dampf auf Heißwasser nicht unterbrochen werden durfte.

Einsparungen

Nach Abschluss der Umbauarbeiten sank der Wärmebedarf um rund 852 MWh pro Jahr. Bezogen auf den Alt-Zustand bedeutet dies eine Reduzierung des Erdgas-einsatzes um rund 1.276 MWh pro Jahr. Durch den Einsatz eines Blockheizkraftwerkes werden zusätzlich rund 864 MWh umweltfreundlicher KWK-Strom jährlich zur Versorgung des Krankenhauses erzeugt, wodurch sich der Strombezug entsprechend reduziert.

Durch den Einsatz des BHKWs sowie die Erneuerung der Heizzentrale und der Wärmeverteilung beträgt die CO₂-Einsparung rund 860 Tonnen pro Jahr, wobei rund 350 Tonnen allein durch den Einsatz des BHKW eingespart werden. Der Wirkungsgrad des Gesamtsystems konnte durch die beschriebenen Investitionen von 79 Prozent auf circa 93 Prozent gehoben werden. Die Amortisationsdauer beträgt rund acht Jahre.

St. Anna Krankenhaus Duisburg

Das St. Anna Krankenhaus Duisburg verfügt über 341 Betten und 27.250 m² Nettogeschossfläche. Das Krankenhaus wurde in der Vergangenheit über mehrere kleine Heizzentralen versorgt. Die Erweiterung um ein Hospiz, ein Seniorenzentrum und einen neuen Bettentrakt erforderte den Ausbau der Energieversorgung. Anstatt die bestehenden ineffizienten Anlagen aufzustocken, wurde sozusagen eine große Lösung gewählt, bei der ein komplett neues, unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten optimiertes Energiekonzept entwickelt und umgesetzt wurde.

Maßnahmen

Die wichtigsten Merkmale der Umstrukturierung sind

- der Ersatz der dezentralen Anlagen durch den Neubau einer gemeinsamen Heizzentrale
- die Verlegung eines Nahwärmenetzes
- der Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) in zwei notstromfähigen Blockheizkraftwerken (BHKW)
- der Einsatz einer neuen Gebäudeleittechnik und eines Energiemanagementsystems

Die beiden neuen gasbetriebenen Blockheizkraftwerke mit je 153 kW elektrischer bzw. 240 kW thermischer Leistung decken rund 80 % des Eigenstrombedarfs von 2,7 Mio. kWh/a ab und tragen durch die gekoppelte Energieerzeugung (KWK-Technik) erheblich zur CO₂-Reduktion bei.

Durch die notstromfähige Auslegung der BHKW konnte der eigentliche 350 kW_{el}-Notstromdiesel um circa 45 % kleiner dimensioniert werden, gleichzeitig konnte die Betriebssicherheit verbessert und Kosten eingespart werden.

Der Notstromdiesel kann gleichzeitig auch zur Stromspitzenabdeckung eingesetzt werden und somit das Stromprofil für den Reststromeinkauf verbessern. Es können so in großem Umfang Strombezugskosten eingespart werden. Diese Art der kostenoptimierten Anlagentechnik wurde erstmalig erfolgreich eingesetzt.

Es wurden drei alte Heizzentralen durch eine neue Energiezentrale im laufenden Betrieb umgerüstet. Durch das verwendete Energiemanagementsystem mit Visualisierung wird die Anlagentechnik transparent und führt insgesamt zu einem sicheren und wirtschaftlichen Betrieb. Eine weitere Optimierung während der Betriebsphase wird hierdurch wesentlich erleichtert.

Einsparungen

Seit der Umsetzung der Maßnahmen werden jährlich 5,1 Mio. kWh/a (-25 %) Primärenergie, 172.000 Euro/a (-39 %) Energiekosten und 770 t/a CO₂-Emissionen eingespart. Das Investitionsvolumen für die technischen Anlagen betrug 1.700.000 Euro.

Ansprechpartner

Neben den Mitgliedern der Arbeitsgemeinschaft stehen verschiedene Einrichtungen auf Landes- und Bundesebene als Anlaufstelle zur Verfügung.

Die Arbeitsgemeinschaft		
GEFMA	Deutscher Verband für Facility Management	Dottendorfer Straße 86, 53129 Bonn Tel.: 0228/230374, Fax: 0228/230498 www.gefma.de
KTM	Fachhochschule Gießen-Friedberg Fachbereich Krankenhaus- und Medizintechnik, Umwelt- und Biotechnologie Studiengang Krankenhaustechnikmanagement	Wiesenstraße 14, 35390 Gießen Tel: 0641/309-2500, Fax: 0641/309-2914 www.fh-Gießen-friedberg.de
FKT	Fachvereinigung Krankenhaustechnik e.V.	Mauerbergstraße 72, 76534 Baden-Baden Tel: 07223/958810, Fax: 07223/958812 www.fkt.de
IE	infas enermetric Integrale Facility Management Systeme GmbH	Mühlenstraße 40, 48282 Emsdetten Tel: 02572/80701-0, Fax: 02572/80701-100 info@infas-enermetric.de, www.infas-enermetric.de
VKD	Verband der Krankenhausdirektoren Deutschlands e. V.	Oranienburger Straße 17, 10178 Berlin-Mitte Tel: 030/2888-5911, Fax: 030/2888-5915 www.vkd-online.de

Sonstige Einrichtungen		
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Dienstszitz Berlin	Alexanderstraße 3, 10178 Berlin-Mitte Tel: 030/18305-0, Fax: 030/184375 www.bmu.de
BUND	Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland BUND-Gütesiegel „Energie sparendes Krankenhaus“	Crellestraße 35, 10827 Berlin Tel: 030/78790021, Fax: 030/78790028 www.energiesparendeskrankenhaus.de
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt Osnabrück	An der Bornau 2, 49090 Osnabrück Tel: 0541/9633-0, Fax: 0541/9633-190 www.dbu.de
DKG	Deutsche Krankenhausgesellschaft e. V.	Wegelystraße 3, 10623 Berlin Tel: 030/39801-0, Fax: 030/39801-3000 www.dkgev.de
EA NRW	EnergieAgentur.NRW	Kasinostraße 19-21, 42103 Wuppertal Tel: 0202/24552-0, Fax: 0202/24552-30 www.energieagentur.nrw.de

Sonstige Einrichtungen		
EUtech	EUtech – Energie & Management GmbH (seit 2010 Schwerpunkt Energie & Klimaschutz der Siemens AG)	Siemens AG, Siemens Deutschland Industry Sector, Industry Solutions Division GER I IS WEST OC EC Energy & Climate Change Neuenhofstr. 194, 52078 Aachen Tel: 0241/451-208, Fax: 0241/451-527 www.siemens.com, astrid.schubert@siemens.com
PT ETN	Forschungszentrum Jülich GmbH Projekträger EnergieTechnologie und Nachhaltigkeit (PT ETN)	Karl-Heinz-Beckurts-Str. 13, 52428 Jülich Tel: 02461/690-601, Fax: 02461/690-610 www.fz-juelich.de/etn
KfW	KfW Bankengruppe	Palmengartenstraße 5-9, 60325 Frankfurt Tel: 069/7431-0, Fax: 069/7431-2888 www.kfw.de Niederlassung Berlin Charlottenstraße 33/33a, 10117 Berlin Tel: 030/20264-0, Fax: 030/20264-5188 Niederlassung Bonn Ludwig-Erhardt-Platz 1, 53179 Bonn Tel: 0228/831-0, Fax: 0228/831-7148
MKULNV NRW	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein- Westfalen	Schwannstr. 3, 40190 Düsseldorf Tel: 0211/4566-0, Fax: 0211/4566-388 poststelle@mkulnv.nrw.de, www.umwelt.nrw.de Infoservice MKULNV -Informationen zu Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz Tel: 0211/4566-666, Fax: 0211/4566-621 infoservice@mkulnv.nrw.de
NRW.Bank	NRW.Bank – Förderbank des Landes Nordrhein- Westfalen	Kavalleriestraße 22, 40213 Düsseldorf Tel: 0211/91741-0, Fax: 0211/91741-1800 www.lbnrw.de Niederlassung Münster Johanniterstraße 3, 48145 Münster Tel: 0251/91741-0, Fax: 0251/91741-2921
UBA	Umweltbundesamt	Wörlitzer Platz 1, 06844 Dessau-Roßlau Tel: 0340/2103-0, Fax: 0340/2103-2285 www.umweltbundesamt.de

Impressum

EnergieAgentur.NRW
Kasinostraße 19-21
42103 Wuppertal

Tel.: 01803 19 00 00*
E-Mail: info@energieagentur.nrw.de
www.energieagentur.nrw.de

©EnergieAgentur.NRW/EA165

* (9 ct/Min. aus dem deutschen Festnetz
Mobilfunk max. 42 ct/Min.)

Bildnachweis

Titelseite: iStockphoto/Jan Stadelmyer
Seite 2: iStockphoto/clu
Seite 6: iStockphoto/bojan fatur
Seite 12: iStockphoto/Dr. Heinz Linke
Seite 14: iStockphoto/clu
Seite 15: iStockphoto/clu
Seite 16: iStockphoto/Jesper Elgaard

Stand

11/2010

EnergieAgentur.NRW

Die EnergieAgentur.NRW fungiert als operative Plattform mit breiter Kompetenz im Energiebereich: von der Energieforschung, der technischen Entwicklung, Demonstration und Markteinführung über die Energieberatung bis hin zur beruflichen Weiterbildung. Die EnergieAgentur.NRW steht im Auftrag der Landesregierung NRW als zentraler Ansprechpartner in allen Fragen rund um das Thema Energie zur Verfügung.

Neben anderen Instrumenten beraten und informieren Ingenieure der EnergieAgentur.NRW über energetische Schwachstellen. Die Ingenieure beraten zu Fördermöglichkeiten, Energiemanagement, helfen Unternehmen bei der Minderung der Energiekosten und tragen somit zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit bei.

Diese Broschüre wurde auf 50 % Recycling- und 50 % FSC-Fasern gedruckt.



Diese Broschüre wurde klimaneutral gedruckt.



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung