

LEITFADEN ENERGIEEFFIZIENZ

in Krankenhäusern und Gesundheitseinrichtungen



Inhalt

Vorwort	3
Ausgangslage	5
Energieeffizienz im Bestand	7
Sanierung oder Neubau: "Graue Energie" einberechnen	7
Wärmedämmung	8
Wärmeerzeugung	8
Warmwasserverteilsysteme	10
Lüftung mit Wärmerückgewinnung	11
Kühlung	12
Beleuchtung	14
Peripherietechnik	16
Erneuerbare Energien in Gesundheitseinrichtungen	20
Wärmepumpen	20
KWK mit Brennstoffzelle	21
KWK mit Blockheizkraftwerk	21
Photovoltaik	22
Solarthermie	23
Geothermie	23
Praxisbeispiele	25
Vitos am Standort Heppenheim	26
Erstes nachhaltiges Medizinisches Versorgungszentrum in Marburg	28
Klinikum Hanau	30
Neubau varisano-Klinikum Frankfurt Höchst	31
Sonstige Maßnahmen für "grüne" Gesundheitseinrichtungen	39
Tipps und Beratungsangebote	43
Weiterführende Informationen	
Impressum	47

Abkürzungsverzeichnis

BAFA Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle	LED Light Emitting Diode/Lichtemittierende Diode
BBSR Bundesinstitut für Bau-, Stadt- u. Raumforschung	MRT Magnetresonanztomograph
BDI Bundesverband der Deutschen Industrie	MVZ Medizinisches Versorgungszentrum
BHKW Blockheizkraftwerk	PDCA Plan-Do-Check-Act
EGMB Energiegenossenschaft Marburg-Biedenkopf	PHPP Passivhaus-Projektierungspaket
EMAS Eco-Management and Audit Scheme	PV Photovoltaik
GEG Gebäudeenergiegesetz	RLTA Raumlufttechnische Anlage
KfW Kreditanstalt für Wiederaufbau	SWMR Stadtwerke Marburg
KVS Kreislaufverbundsystem	WRG Wärmerückgewinnung
KWK Kraft-Wärme-Kopplung	ZAKB Zweckverband Abfallwirtschaft Kreis Bergstraße
LAGA Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall	ZSV Zentrale Sterilgutversorgung

Vorwort

Liebe Gesundheitsmanagerinnen und Gesundheitsmanager,

Gesundheit ist Ihr Kerngeschäft! Das muss bestens organisiert und finanziert sein. Dabei spielt der Energieverbrauch zunehmend eine Rolle. Und dies vor allem wegen der steigenden Kosten. Zugleich wissen Sie auch, dass der Energieverbrauch den Nebeneffekt hat, den Klimawandel zu verstärken. Zumindest gilt dies dann, wenn die Energie aus fossilen Quellen kommt. Das ist langfristig auch kein guter Beitrag zur Gesundheit.

Im Auftrag des Landes Hessen bieten wir Ihnen daher diesen Leitfaden an. Dieser gibt Einblicke in die Möglichkeiten zur Energieeinsparung und zum Einsatz von Energieeffizienztechnologien in Krankenhäusern und Gesundheitseinrichtungen. Und wenn Sie konkret beraten werden möchten, kommen Sie doch gerne für eine kostenfreie Erstberatung auf uns zu!

Herzliche Grüße

Dr. Karsten McGovernGeschäftsführer
LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH

Dieser Leitfaden gibt Einblicke in Möglichkeiten zur Energieeinsparung und zum Einsatz von Energieeffizienz-



AUSGANGSLAGE



Ausgangslage

Bereits im Jahr 2009 berechnete die Stiftung für eine gesunde Medizin viamedica in Freiburg für Kliniken ein großes Effizienzpotenzial. Der Energiebedarf lag damals durchschnittlich bei rund 6.000 Kilowattstunden (kWh) Strom und 29.000 kWh Wärme pro Bett und Jahr. Das entspräche etwa dem Energiebedarf von bis zu vier Einfamilienhäusern.

Ein Klinikbett verbraucht pro Jahr im Durchschnitt so viel Energie wie ca. vier neuere Einfamilienhäuser.



Die Gründe für diesen Energiebedarf sind vielfältig und liegen vor allem in der Komplexität von Gesundheitseinrichtungen mit teil- und vollstationärer Versorgung. Solche Gebäude sind häufig 24/7 in Betrieb und stellen in den jeweiligen Behandlungs-, Pflege-, Technik- und Arbeitsbereichen unterschiedliche Anforderungen an Energie- sowie Kälte-, Lüftungs- und Wärmeversorgung. Technische Anlagen müssen ausfallsicher ausgelegt sein und je nach Einsatzgebiet hohen Hygieneanforderungen genügen. Der ausschließliche Blick auf die sichere Versorgung und das Patientenwohl führte in der Vergangenheit dazu, dass das Thema Energieeffizienz einen geringeren Stellenwert hatte. Ein weiterer Grund für hohen Energieverbrauch sind Umbauten und Umnutzungen sowie Änderungen an Gesetzen, Normen und Richtlinien für den Betrieb eines Nichtwohngebäudes.

40 Prozent Strom und 30 Prozent Wärme einsparbar

Die viamedica-Studie kam in ihren Berechnungen zu dem Ergebnis, dass sich mit moderner Technik rund 40 Prozent des Strom- und 30 Prozent des Wärmebedarfs einsparen ließen. Mit heutigen Dämmtechnologien, Wärmerückgewinnung, Eigenstromproduktion sowie Digitalisierung der Haus- und Steuerungstechnik sind in manchen Einrichtungen noch höhere Effizienzpotenziale zu erschließen. Nach dem Krankenhaus Report 2018 des Wissenschaftliches Institut der AOK (Herausgeber: Jürgen Klauber, Max Geraedts, Jörg Friedrich, Jürgen Wasem) betrugen die Kosten für Wasser, Energie und Brennstoffe in Kliniken 2,2 Prozent der Bruttogesamtkosten. Damit summiert sich dieser Ausgabeposten auf über 2,1 Milliarden Euro pro Jahr. viamedica berechnete aus diesen Daten für ein großes Klinikum mit einem Jahresbudget von rund 500 Millionen Euro, dass sich die jährlichen Kosten für Energie und Wasser auf elf Millionen Euro summieren. Ausgehend von einem Einsparpotenzial von 30 Prozent könnten Kliniken und Gesundheitseinrichtungen mit einem solchen Budget durch Optimierungsmaßnahmen also jährlich über drei Millionen Euro einsparen. Heute liegt diese

Summe noch höher, da die Energiepreise gestiegen sind. Diese groben Kennziffern verdeutlichen, dass sich Investitionen in den Gebäudebestand von Kliniken und Gesundheitseinrichtungen für die Träger in vielen Fällen lohnen. Vor allem aber können energieeffiziente Häuser einen wichtigen Beitrag zur Energie- und Wärmewende und zur Energieversorgungssicherheit leisten.

Energieeffiziente Häuser können einen wichtigen Beitrag zur Energieund Wärmewende und zur Energieversorgungssicherheit leisten.

ENERGIEEFFIZIENZ IM BESTAND



Energieeffizienz im Bestand

Das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) hat 2020 in einer Studie berechnet, dass im Jahr 2014 rund 40 Prozent aller Treibhausgasemissionen Deutschlands durch Herstellung, Errichtung, Modernisierung und durch Nutzung und Betrieb von Wohn- und Nichtwohngebäuden verursacht wurden. Der gesamte Fußabdruck für diesen Sektor betrugt 398 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. 75 Prozent davon wurden durch Nutzung und Betrieb verursacht. 25 Prozent entfielen auf Herstellung und Bau von Gebäuden. Der größte Anteil dieser Emissionen bei Neubauten entsteht bei der Produktion von Zement, Kalk und Gips mit 21 Prozent sowie durch den Stromverbrauch mit 15 Prozent. Beton ist wegen seiner Zusammensetzung besonders klimaschädlich; er trägt rund sieben Prozent zu den globalen Treibhausgasemissionen bei. Eine Tonne Zement verursacht mit dem deutschen

Strommix produziert rund 600 kg CO₂. Bisher ist Beton nicht recyclebar. Vor diesem Hintergrund sollten die Planenden bei ihrer Entscheidungsfindung zur Teil- oder Kernsanierung oder Neubau die Gesamtemissionen berechnen. In vielen Fällen ist der ökologische Fußabdruck bei einer Sanierung kleiner als bei einem Neubau.

In vielen Fällen ist der ökologische Fußabdruck bei einer Sanierung kleiner als bei einem Neubau.





Sanierung oder Neubau: "Graue Energie" einberechnen

Graue Energie bezeichnet den Gesamtenergieaufwand eines Gebäudes, der über den gesamten Lebenszyklus durch die eingesetzten Materialien entsteht. Bei der Herstellung eines Gebäudes fallen bereits erhebliche Emissionen an, die in der Bausubstanz gebunden sind. Bei der Entscheidung für Sanierung oder Neubau gehören sie daher in die Gesamtberechnung. Bei einem Abriss entstehen weitere Emissionen für Entsorgung und Recycling des Bauschutts. Bevor also ein Neubau errichtet ist, überragt sein CO₂-Fußabdruck fast immer den einer Sanierung. Daher sollten die ökologisch bewussten Entscheidungsträger/innen bei ausreichend guter Bausubtanz immer eine Teil- oder Kernsanierung oder einen Teilabriss einem kompletten Neubau vorziehen.

Wärmedämmung

Der Anteil der Nichtwohngebäude wie Schulen, Universitäten und Gesundheitseinrichtungen liegt im gesamten deutschen Gebäudebestand bei knapp zehn Prozent. Gleichwohl entfällt auf sie mehr als ein Drittel des Energiebedarfs des gesamten Gebäudesektors, berechnete kürzlich die BDI-Initiative "Energieeffiziente Gebäude". Bislang lägen viele ungenutzte Potenziale zur Energieeffizienzsteigerung sowohl in der Gebäudetechnik, im Anlagenbetrieb als auch in der Dämmung von Gebäudehüllen. Die energetische Sanierung von Nichtwohngebäuden stelle durch den durchschnittlich höheren nutzungsbedingten Energiebedarf pro Gebäude einen starken Hebel zur Zielerreichung der Klimaziele für diesen Sektor dar. Eine energetische Sanierung von Gesundheitseinrichtungen amortisiert sich oft schon nach kurzer Zeit. Die Kosten für Dämmung, Austausch von Fenstern, Klimaanlagen und Gebäudeautomation werden zudem durch den Bund (KfW Kreditanstalt für Wiederaufbau, BAFA Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) gefördert. Die heute verfügbaren Systeme für Wärmedämmung sowie eine Drei-Scheiben-Verglasung für Fenster ermöglichen häufig bereits die Einhaltung des Standards Effizienzgebäude 55. Die

Wärmedämmung bewirkt zudem, dass sich die Heizlast eines Gebäudes reduziert, so dass bereits geringe Vorlauftemperaturen ausreichen und damit ein effizienter Betrieb von Wärmepumpen mit Flächenheizsystemen möglich wird.

Eine energetische
Sanierung von
Gesundheitseinrichtungen
amortisiert sich oft
schon nach kurzer Zeit.



Wärmeerzeugung

Bei einer Gesundheitseinrichtung mit voll- oder teilstationärer Versorgung kommt es darauf an, neben konsequenter Dämmung auch durch den Einsatz von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung den Primärenergieeinsatz für die Wärmerzeugung zu reduzieren, ohne dabei die hygienischen Ansprüche zu vernachlässigen. Idealerweise sollte ein energieoptimiertes Nichtwohngebäude den überwiegenden Teil des Wärmebedarfs aus passiven Quellen wie Sonneneinstrahlung sowie humaner und technischer Abwärme aus elektrischen Geräten decken. Bei einer optimalen Dämmung sowie einer entsprechend ausgelegten Lüftungsanlage lässt sich beispielsweise nach Passivhausstandard der Restwärmebedarf auf weniger als 15 kWh pro Quadratmeter und Jahr senken.



Wärmepumpen und Kraft-Wärme-Kopplung

Diesen Restwärmebedarf können in gut gedämmten Gebäuden ab dem Standard Effizienzgebäude 55 Wärmepumpen mit Flächenheizsystemen (Fußboden) für Kühl- und Wärmezwecke mit geringen Vorlauftemperaturen erbringen. Zudem ist durch den ganzjährigen Wärmebedarf für warmes Trinkwasser eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (KWK-Anlage) wie ein Blockheizkraftwerk für die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme sinnvoll. Die KWK-Anlage sollte dabei immer wärmegeführt betrieben werden und die Grundlast des Wärmebedarfs decken. Zudem sollte sie mit ausreichenden Pufferspeichern zur zeitlichen Entkopplung von Wärmeproduktion und -bedarf ausgestattet sein. Bei einer Wärmerückgewinnung von über 80 Prozent und einer kontrollierten Lüftung mit hocheffizienten Elektromotoren lässt sich der Primärenergieeinsatz um mindestens 40 Prozent reduzieren.

Prozessdampf

In einigen Bereichen sind Gesundheitseinrichtungen auch weiterhin auf Prozessdampf angewiesen. Moderne KWK-Anlagen können Dampf bereitstellen; über ein Zusatzaggregat nutzen sie die Abgaswärme zur Dampferzeugung. Aus energetischer Sicht und mit der heute verfügbaren Technik ist der Einsatz von Prozessdampf mit zentraler Erzeugung in Krankenhäusern allerdings vermeidbar. Aufgrund der hohen

Umwandlungsverluste bei der Erzeugung und der Wärmeverluste der Dampfleitungen sind die Dezentralisierung der Dampferzeugung und der Einsatz von kleineren Schnelldampferzeugern empfehlenswert.

Empfehlenswert sind
Dezentralisierung der
Dampferzeugung und
der Einsatz von kleineren
Schnelldampferzeugern.

Warmwasserverteilsysteme

Die Trinkwarmwasserbereitung gehört zu den größeren energetischen Verbrauchern in Gesundheitseinrichtungen mit stationärer Versorgung. Dabei hängt der Wasserverbrauch von der Ausstattung der Stationen, den angebotenen Leistungen und den untergebrachten Einrichtungen wie Wäscherei und Verpflegungsküche ab. Wassersparende Armaturen an Handwaschbecken und Duschen helfen, den Wasserverbrauch zu verringern. Grundsätzlich sollten Warmwasserverteilsysteme möglichst kompakt und gut gedämmt ausgeführt sein. Die Wärmeverteilverluste zentraler Trinkwarmwasseranlagen können bei unzureichender Dämmung erheblich sein und einen nennenswerten Anteil des Energiebedarfs der Warmwasserbereitung aus-

machen. Dämmmaßnahmen zur Reduktion der Wärmeverluste verringern zugleich den Wärmeeintrag in angrenzende Kaltwasserleitungen und Räume. Eine gut gedämmte und energieeffiziente Warmwasserverteilung trägt daher auch zu einem besseren Komfort im Sommer bei.

Warmwasserverteilsysteme sollten möglichst kompakt und gut gedämmt ausgeführt sein.



Schutzmaßnahmen vor Legionellenbildung

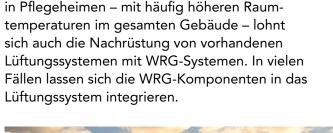
Eine mit den hygienischen Anforderungen konforme Variante ist die dezentrale Erwärmung des Trinkwassers mit Warmwassertemperaturen unter 60°C, sofern das anschließende Leitungsvolumen weniger als drei Liter umfasst. Ein alternativer Lösungsansatz ist die dezentrale Erwärmung des Trinkwassers mit thermischen Durchlauferhitzern in so genannten Frischwasserstationen. Temperaturen des primären Heizkreises von 55°C sind zur Erhitzung des Trinkwarmwassers dann ausreichend. Gegenüber der zentralen Trinkwarmwassererwärmung ist eine signifikante Reduzierung der Wärmeverluste möglich. Frischwasserstationen bieten zwar aufgrund ihres geringeren Wasserdrucks einen etwas verminderten Komfort; dafür sind sie aber deutlich hygienischer bei geringeren Temperaturen. Eine Legionellenentwicklung lässt sich mit einem solchen System praktisch ausschließen.

Lüftung mit Wärmerückgewinnung

Eine kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung (WRG) ist eine der wichtigen Säulen für die Energieeffizienz in Gesundheitseinrichtungen mit teil- und vollstationärer Versorgung. Dabei ist die energetische Effizienz der Raumlufttechnischen Anlagen (RLTA) entscheidend. Lüftungsgeräte mit hochwertiger Wärmerückgewinnung sollten zum Einsatz kommen. Der Wärmebereitstellungsgrad sollte auf Basis von Messungen bestimmt werden.

In einem Klinikum gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Funktionsbereiche, die aufgrund der verschiedenartigen Nutzungen stark voneinander abweichende Anforderungen an die Auslegung und Ausführung der RLTA stellen. Spezielle Anforderungen an Luftvolumenstrom, Filterung und Lüftungskonzept bestehen im Wesentlichen in OP-Abteilungen, Untersuchungs-, Behandlungs- sowie Intensivmedizinbereichen. Hohe Luftwechselraten erfordern zudem Funktionsbereiche wie Notfallversorgung, Sterilgutversorgung, Personalumkleide sowie Labor. In der Notfallversorgung werden die Volumenströme üblicherweise vor allem nach den thermischen Lasten medizinischer Geräte ausgelegt. Außerdem werden Eingriffsräume mit OP-Lüftung vorgehalten. Bei der Sterilgutversorgung treten prozessbedingt hohe Wärmelasten auf. Eine Reduzierung des mittleren Luftwechsels lässt sich durch eine Anpassung der Lüftung auf den tatsächlichen Bedarf erzielen. Hier sollte zur Abfuhr von Wärme und Feuchtigkeit vollständig auf Umluft verzichtet werden.

Besondere Anforderungen an die WRG bestehen im Krankenhaus nur in Bereichen, in denen kein raumübergreifender Umluftbetrieb zulässig ist. Denn in OP-Räumen sowie Isolier- und Infektionszimmern bestehen erhöhte hygienische Anforderungen. Deshalb sind in Krankenhäusern ausschließlich kontaktfreie WRG-Systeme einzusetzen. Durch die hohen Luftwechselraten, die im Krankenhaus aufgrund der speziellen Anforderungen an die Lüftung der einzelnen Funktionsbereiche bestehen, ergibt sich natürlicherweise auch ein hoher Energiebedarf für die Bewegung der Luft; jedoch wird dadurch ein gewaltiges Potenzial für die WRG-Systeme erschlossen. Weitere Effizienzgewinne lassen sich mit Sensoren und Bewegungsmeldern erschließen, die die Raumluftqualität abhängig von der tatsächlichen Nutzung steuern. Vor allem in Pflanch einem weich sinder wird hängig von der tatsächlichen Nutzung steuern.



Bei Raumlufttechnischen Anlagen (RLTA) ist die energetische Effizienz entscheidend.





Kühlung

Auch wenn Kälte eine der teuersten Energien im Gebäudesektor darstellt, ist sie dennoch in Gesundheitseinrichtungen zwingend notwendig. Wo es möglich ist, sollte der Kühlbedarf reduziert werden durch eine Minimierung der internen Lasten. Zu den internen Lasten aufgrund der Abwärme zählen Beleuchtung, EDV, medizinische Geräte und Küchen. Verbesserte Effizienz dieser Anwendungen spart primärenergetisch hochwertige elektrische Energie und verringert zudem den Kühlbedarf. Insbesondere die jüngsten Entwicklungen in der Beleuchtungstechnik und der EDV bieten erhebliches Energieeinsparpotenzial. Darüber hinaus führen vor allem solare Lasten schnell zur Überhitzung, wenn geeignete Sonnenschutzmaßnahmen fehlen. Der Sonnenschutz ist daher unentbehrlich, wobei innenliegender Blendschutz nur wenig zur passiven Kühlung beiträgt. Gerade höhere Gebäude erfordern außenliegenden Sonnenschutz. Er sollte zudem ausreichend gegen Wind (bis 13 Meter pro Sekunde) stabilisiert sein, automatisch sowie nach Fassadenorientierung getrennt gesteuert werden. Handelt es sich um Bereiche mit moderaten internen Lasten, reichen im Sommer passive Kühlmaßnahmen meistens aus. Dazu zählen die Nachtlüftung, die adiabate Kühlung durch Verdunstung und bei Neubauten die Betonkerntemperierung. Aufgrund der begrenzten Kühlleistung funktionieren diese Ansätze immer nur in Kombination mit ausreichend zugänglicher Speichermasse. Die Wärme wird tagsüber in die Gebäudekonstruktion eingespeichert und nachts wieder abgeführt. Dieses Prinzip arbeitet fast ausschließlich passiv und emittiert somit auch keine Treibhausgase; doch natürlich hat jedes passive System auch seine Grenzen. Am effizientesten ist meistens eine Kombination aus mehreren Systemen.

Aktive Klimatisierung an Bedarf anpassen

In Krankenhäusern entsteht der Kühlbedarf vor allem durch medizinische Geräte sowie im Sommer dem Wärmeeintrag von außen. Die Kühlleistung sollte daher entsprechend der elektrischen Leistung der Geräte ausgelegt sein. Eine Auslegung der Kühlleistung analog zur Geräteanschlussleistung führt jedoch schnell zu einer Überdimensionierung der Kühlleistung. Daher sollte beim Hersteller die tatsächliche Leistungsaufnahme der Geräte während des Betriebs erfragt werden; bleibt er die Antwort schuldig, hilft nur die Messung. Häufig entscheiden sich die Planenden für eine zentrale Kühlanlage. In manchen Bereichen kann es notwendig sein, zusätzliche Kühlregister zu installieren. Auf diese Weise lässt sich die Kühlleistung dem tatsächlichen Bedarf im jeweiligen Raum viel besser anpassen, ohne dass der Zuluft-Volumenstrom erhöht werden muss. Eine zentrale Kühlung bietet somit die Vorteile, dass der dauerhafte Druckverlust vieler Kühlregister in Einzelsektionen entfällt. Gleichzeitig kann der Volumenstrom der zentralen RLTA um den Betrag des zur Kompensation der Kühllast erforderlichen Volumenstroms reduziert werden. Diese Variante erfordert zwar einen höheren Installationsaufwand, jedoch zeichnet sie sich durch eine sehr effiziente Betriebsweise aus. Denn bei großen Kühlflächen ist eine geringe Untertemperatur ausreichend. Außerdem entfällt die Hilfsenergie für die Luftverteilung. Dezentrale Umluftgeräte mit Kühlfunktion sind meist einfacher zu installieren und in Räumen ohne zentrale Lüftungsanbindung nachrüstbar.

Abfuhr hoher Wärmelasten

In Räumen mit Magnetresonanztomographen (MRT) sind hingegen weitreichendere Maßnahmen und aktive Kühlung erforderlich. Mögliche Kühlstrategien und der resultierende Nutzkältebedarf werden maßgeblich durch die internen Lasten und Gewinne bestimmt. In hochtechnisierten Bereichen und Serverräumen sind ebenso häufig zusätzliche Kühlmaßnahmen notwendig. Die Wärme sollte immer direkt an der Quelle abgenommen werden, bevor sie zur Erwärmung des Raums führt. Eine einfache Lösung stellt die Absaugung am Gerät dar. Das Lüftungssystem muss hierzu in den Räumen entsprechend vorbereitet werden. Flexibler ist die Kühlung mit einem Kaltwasserkreis. Einige Geräte werden hierzu mit vorgerüsteter Wasserkühlung angeboten. Die Erfassung der Lasten direkt an der Quelle ist aufgrund der relativ hohen Temperaturen am Wärmeentstehungsort außerdem effizienter. Denn die

Wärme lässt sich bei höheren Temperaturen des Kühlmediums und mit kleineren Massenströmen abführen. Zusätzliche Kühlleistungen können mit Wasser-Luft-Systemen wie Induktionsauslässen oder Gebläsekonvektoren und mit Kühldecken realisiert werden. Die Systeme werden ebenfalls mit einem Kaltwasserkühlkreis betrieben.

In Räumen mit Magnetresonanztomographen
(MRT) sind weitreichende
Maßnahmen und aktive
Kühlung erforderlich.

Beleuchtung

Anordnung und Größe der transparenten Bauteile bestimmen maßgeblich die Tageslichtnutzung. Hohe Fenster verbessern den Tageslichteintrag in der Raumtiefe. Die Fenster in der Fassade sollten bei Neubauten daher möglichst hoch angeordnet und – soweit möglich – ohne Sturz ausführt werden. Insbesondere im Zusammenhang mit dem sommerlichen Wärmeschutz ist auf eine moderate Fenstergröße zu achten, wohingegen die Tageslichtnutzung mit größeren Fenstern zunimmt. Ab einem Öffnungsanteil der Fassade von 50 Prozent nimmt der Lichteintrag jedoch nicht mehr signifikant zu. Arbeits-, Pflege- und Behandlungsplätze sollten in Tageslichtzonen angeordnet werden. Die Oberflächen im Raum sollten möglichst hell gestaltet werden (Decke, Wände, Boden). Bei Fenstern nimmt der Lichttransmissionsgrad – genauso wie auch der Energiedurchlassgrad – mit der Anzahl der Scheiben und Beschichtungen ab und liegt bei Drei-Scheiben-Wärmeschutzglas etwa zehn Prozent unter dem Transmissionsgrad eines konventionellen Zwei-Scheiben-Wärmeschutzglases. Diese Reduktion kann aber durch entsprechend höhere Verglasungsanteile problemlos ausgeglichen werden. Flure sind häufig innenliegend und haben kein

Tageslicht. Eine gewisse natürliche Beleuchtung der Innenzonen kann mittels Fenstern in den Flurwänden und -türen ausgehend von Räumen mit Tageslicht erreicht werden. Dabei sind die technischen Anforderungen entsprechend dem Brandschutzkonzept zu beachten.

Die Oberflächen im Raum sollten möglichst hell gestaltet werden.







Beleuchtungssteuerung automatisieren

Im Krankenhaus bestehen aufgrund der verschiedenen und teilweise sehr anspruchsvollen Sehaufgaben sehr unterschiedliche Anforderungen an die Mindestbeleuchtungsstärke: 200 Lux (lx) Nennbeleuchtungsstärke in öffentlichen Fluren und Aufenthaltsräumen, 500 lx beispielsweise in Untersuchungs- und Behandlungsräumen sowie Büros und bis zu 1.000 lx in Operationsräumen. Im Bereich des Operationsfelds kommen sogar Beleuchtungsstärken wie im Freien bei klarem Himmel mit 100.000 lx und mehr zum Einsatz. Generell sollte der Nutzende die Beleuchtung aktiv ein- und ausschalten können, soweit keine Präsenzmelder gewünscht sind. In tageslichtversorgten Räumen mit höheren Beleuchtungsanforderungen ab 500 lx wie beispielsweise Untersuchungs- und Behandlungsräumen sowie Büros ist der Einsatz einer Auto-off-Steuerung zu prüfen. Sie schaltet bei ausreichender Beleuchtungsstärke und auch bei Abwesenheit automatisch ab. Wenig frequentierte Räume wie nicht öffentlich genutzte Flure, Treppenhäuser, Lager- und Technikräume sollten mit Zeitrelais oder vorzugsweise Präsenzmeldern ausgestattet werden. In innenliegenden Besucher- und Personaltoiletten oder Umkleiden sollten Eingangsbewegungsmelder vorgesehen werden. Bei der Auswahl ist auf Steuerungen mit geringem Eigenverbrauch zu achten. Form und Reflektoren der Leuchten bestimmen den im Raum nutzbaren Lichtstrom, wobei für verschiedene Beleuchtungsaufgaben auch unterschiedliche Leuchtentypen einzuplanen sind. Zudem spielen die Verlustleistung

des Vorschaltgeräts und die Lichtausbeute des Leuchtmittels eine große Rolle. Bei der Nachrüstung von Leuchten und Leuchtmitteln sollte nur noch LED-Technik zum Einsatz kommen. Gegenüber herkömmlichen Leuchtmitteln bietet sie erhebliche Effizienzpotenziale von über 85 Prozent.

Bei der Nachrüstung von Leuchten und Leuchtmitteln sollte nur noch LED-Technik zum Einsatz kommen.



Peripherietechnik

Das digitale Krankenhaus

Ein Krankenhaus "produziert" keine Fahrzeuge. Aber wie in einer Fabrik arbeiten dort Menschen zusammen, produzieren im Zusammenwirken mit Maschinen Daten, setzen Betriebs- und Hilfsstoffe ein, wobei ebenfalls Daten anfallen. Sie diagnostizieren, setzen dabei Geräte ein und führen Therapien durch. Auch dabei entstehen permanent: Daten. Und es sind genau diese Daten, die erhoben und zentral gespeichert sowie ausgewertet die Prozesse auch in einem Krankenhaus effizienter machen. Und das kann bei einer gleichzeitigen Qualitätsverbesserung in einigen Bereichen wie der Dokumentation sogar zu einer Arbeitsentlastung führen. Die Initiative der Krankenhausgesellschaft Nordrhein-Westfalen e.V. hat in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Software und Systemtechnik ISST ein Zielbild erstellt, das die Planung eines digitalen Krankenhauses unterstützt.

Weitere Informationen zum digitalen Krankenhaus: QR-Code mit dem Smartphone scannen



www.das-digitale-krankenhaus.nrw

IT und Server

Der Trend zur "Green IT" hält an und motiviert die Herstellenden, immer energieeffizientere Lösungen auf den Markt zu bringen. Bei Neuanschaffungen sollte die Energieeffizienz der Server und Endgeräte weit oben auf der Checkliste stehen. Die Geräteentwicklung im IT-Bereich ist sehr dynamisch, ständig werden neue Produkte auf den Markt gebracht. Steht eine Neuanschaffung an, sollte sich die Kaufentscheidung daher am aktuellen Stand der Technik orientieren. Heute reichen für normale Arbeitsplätze so genannte Thin Clients, Laptops oder Tablets. Diese PC-ähnlichen Endgeräte mit reduzierter Prozessorleistung und minimaler Hardwarekonfiguration beziehen ihre eigentliche Rechnerleistung und ihre Daten von zentralen Servern. Solche Endgeräte benötigen im Betrieb nur noch eine serverseitige Leistungsaufnahme von zehn Watt und weniger. Durch das integrierte Display wird nur bei Büroanwendungen ein weiterer Monitor benötigt. Neben der Ausstattung am Arbeitsplatz besteht ein erheblicher Energiebedarf in der Serverstruktur. Für eine effiziente EDV-Ausstattung im Neubau des Klinikums Frankfurt Höchst wird beispielsweise ein Endenergiebedarf des gesamten EDV-Systems (Ausrüstung mit Thin Client-Arbeitsplätzen) von etwa acht kWh/m² und Jahr kalkuliert. Aufgrund der hohen Leistungsdichte besteht teilweise ein erheblicher Kühlbedarf. Um neben dem Energiebedarf der Serverstruktur auch den Kühlbedarf gering zu halten, kommen Server mit höherer Temperaturtoleranz zum Einsatz. Serverräume sollten immer im kühleren Nordteil eines Gebäudes angeordnet und wetterabhängig mit freier Kühlung temperiert werden sowie um ein WRG-System ergänzt werden.

Küchen

Nur ein Bruchteil der aufgewendeten Energie in Küchen dient dem eigentlichen Prozess. Eine energieeffiziente Küchentechnik hat daher gleich mehrfach Vorteile: Sie spart Energie, verringert in der Regel die internen Lasten und kann somit zu kleiner dimensionierten Lüftungsanlagen führen. Des Weiteren lassen sich diese Wärmelasten über ein Kreislaufverbundsystem (KVS) vor Erwärmung der Zuluft nutzen. Eine interessante Synergie von Energiespartechnologien tritt ein, wenn neben der Energieverbrauchsenkung gleichzeitig die Raumluftbelastung durch Wasserdampf und Abwärme verringert wird. Einige Küchengerätehersteller bieten bereits "Lösungen im Gerät", die den Abluftbedarf stark verringern. Spülmaschinen verfügen mittlerweile über wirksame Techniken zur Effizienzverbesserung. Der Energiebedarf lässt sich durch Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser und aus der Abluft deutlich verringern. Als besonders interessant stellt sich die Kondensation des Dampfs heraus, da sich mit dieser Maßnahme gleichzeitig die Raumluftbelastung und der Abluftbedarf verringern lassen. Erhebliches Potenzial birgt auch eine "integrale Planung". Die frühzeitige Beteiligung aller Akteure – auch eines Küchenplanenden und des Küchenbetreibenden – und die Klärung der tatsächlichen Anforde-

rungen sind wesentliche Schlüssel für den Erfolg einer energieeffizienten Küche. Ausgehend von einem typischen Endenergieaufwand je warmer Mahlzeit für alle Energieanwendungen inklusive der erforderlichen Haustechnik von etwa zwei kWh sind mit verfügbaren Technologien Energieeinsparungen von bis zu 70 Prozent gegenüber herkömmlichen Krankenhausküchen realisierbar.

Eine energieeffiziente Küchentechnik hat gleich mehrfach Vorteile.

Zentrale Sterilgutversorgung (ZSV)

Die ZSV gehört zu den energieintensiven Abteilungen eines Krankenhauses. Der hohe Energiebedarf geht zum Großteil auf die Erwärmung des Wassers zurück. Dort liegen auch wesentliche Einsparpotenziale. Eine naheliegende und verfügbare Maßnahme ist der sparsame Umgang mit Wasser. Sind die Wege zur ZSV kurz und die Weiterverarbeitung entsprechend zügig, trocknen Verschmutzungen nicht ein und lassen sich in der Regel leichter lösen. Durch Abstimmung der Wassermengen auf die Standzeit vor dem Spülvorgang und die Art der Reinigungsgüter kann mit verringerten Wassermengen gearbeitet werden. Energieeinsparungen um 20 Prozent sind durch intelligenten Wassereinsatz möglich.

Aufzüge

In Gesundheitseinrichtungen mit voll- und teilstationärer Versorgung werden Aufzüge überwiegend für die Personenbeförderung und den Bettentransport zwischen verschiedenen Stockwerken eingesetzt. Ihr durchschnittlicher Anteil am Gesamtenergieverbrauch liegt bei bis zu fünf Prozent. Energieeinsparungen können meist nur durch einen Austausch von Anlagenkomponenten oder Neubau erzielt werden. Durch den Einbau einer neuen Antriebstechnik ist gerade bei den stark frequentierten Aufzügen in Gesundheitseinrichtungen ein hohes Einsparpotenzial vorhanden. Die höchste Effizienz bieten frequenzgeregelte Antriebe. Innovative Antriebstechnik kommt heute ohne Getriebe aus, weil der Motor direkt auf der Antriebsachse liegt und statt Stahlseilen Antriebsriemen zum Einsatz kommen können. Das reduziert die Reibungswärme und spart bis zu einem Drittel der Energie ein. Ein bei Abwärtsfahrten rückspeisender Umrichter (Rekuperation) kann zusätzlich bis zu 50 Prozent Energie einsparen.

Wichtig sind weiterhin die passende Auslegung und regelmäßige Wartung durch Schmierung, Ausrichtung der Führungsschienen, Nachstellung, Ausbalancieren mit Gegengewicht sowie die intelligente, zentrale Steuerung zur Vermeidung von Leerund Fehlfahrten. Der Energieverbrauch im Stand-by-Zustand kann durch den Einsatz von energiesparender Beleuchtungstechnik in der Kabine sowie von LED-Anzeigetafeln in den einzelnen Stockwerken reduziert werden. Auch eine automatische Abschaltung in den Nutzungspausen von im Stillstand nicht benötigten Einrichtungen wie Beleuchtung, Anzeigetafeln, Steuerungsfunktion und Türantrieb verringert den Bedarf. Darüber hinaus haben Aufzüge auch einen Einfluss auf den Heizenergiebedarf. Eine aus Brandschutzgründen oft eingesetzte offene Schachtbelüftung führt zu hohen Wärmeverlusten durch den Kamineffekt. Soweit möglich sollten die Aufzugsschächte geschlossen sein und durch temperatur-

gesteuerte motorische Rauch- und Wärmeabzugsanlagen be- und entlüftet werden.



ERNEUERBARE ENERGIEN IN GESUNDHEITSEINRICHTUNGEN



Erneuerbare Energien in Gesundheitseinrichtungen

Bei Neubauten wird erneuerbare Energietechnik immer selbstverständlicher bereits bei der Planung berücksichtigt. Vielfach rechnet sich angesichts hoher Energiekosten auch die Nachrüstung bei einer Sanierung. Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) mit einer Brennstoffzelle oder einem Blockheizkraftwerk sowie Wärmepumpen, Geo- und Solarthermie und Photovoltaik steigern vielfach ergänzend zu bestehenden Anlagen oder als Ersatz die Gesamteffizienz eines Gebäudes. Bei der Planung sollten alle Akteure ausgehend von den baulichen Voraussetzungen immer im Kontext des Wärme- und Strombedarfs sowie vorhandener Technik berechnen, wie das Gesamtsystem in seiner Summe möglichst effizient und bedarfs- sowie nachfrageangepasst betrieben werden kann.



Wärmepumpen

Wärmepumpen gehören bei gut gedämmten Neubauten schon fast zum Standard. Großwärmepumpen sind in vielen Gesundheitseinrichtungen mit teil- und vollstationärer Versorgung auch bei einer Sanierung mindestens als eine Ergänzung zu bestehenden Heizungs- und Kühlungsanlagen sinnvoll. Denn sie produzieren sowohl Wärme als auch Kälte nach Bedarf. Mittlerweile gibt es für die Sanierung bestehender Heizungssysteme, die hohe Vorlauftemperaturen benötigen, auch sogenannte Hochtemperatur-Wärmepumpen. Mit einem speziellen Verdichter sowie mehrstufigen

Kreisprozessen und unter Einsatz verschiedener Kältemittel erreichen sie Vorlauftemperaturen von 70 bis 80°C. Sie sind daher auch für den Einsatz in älteren Gebäuden mit Fassadendämmung geeignet. Diese Systeme sollten jedoch aufgrund des hohen Energieverbrauchs nur mit Bedacht eingesetzt werden.

Wärmepumpen produzieren sowohl Wärme als auch Kälte nach Bedarf.



KWK mit Brennstoffzelle

Eine Brennstoffzelle kann wahlweise mit Wasserstoff, Methan (Erdgas), Butan oder Methanol betrieben werden. Bei einer erdgasbetriebenen Brennstoffzelle, die eigentlich für Wasserstoff ausgelegt ist ("H-ready"), sorgt ein Reformer für die Zerlegung des Methans in Wasserstoff. Die Brennstoffzelle emittiert keine Treibhausgase – der Reformer potenziell schon, sofern der Kohlenstoff nicht anderweitig gebunden wird. Die Brennstoffzelle hinterlässt vielmehr Wasser und eine sauerstoffreduzierte Abluft. Für den statio-

Eine Brennstoffzelle erreicht mittlerweile Wirkungsgrade von über 90 Prozent.



nären Einsatz in Gesundheitseinrichtungen wird für die Auslegung der ganzjährig gleichbleibende Wärmebedarf etwa für die Warmwasserbereitung zugrunde gelegt. Wird eine Brennstoffzelle an einem optimalem Lastpunkt betrieben, erreichen innovative Lösungen mittlerweile Wirkungsgrade von über 90 Prozent. Das bedeutet, dass die eingesetzte Energie zu über 90 Prozent in Wärme und Strom umgewandelt wird, wobei der Stromanteil mit bis zu 60 Prozent überwiegt.

KWK mit Blockheizkraftwerk

Klassische Blockheizkraftwerke (BHKW) arbeiten mit einem Verbrennungsmotor, der einen Generator antreibt und Strom erzeugt. Zum Einsatz kommen Diesel oder Gas. Der Motor ist gekapselt und gibt seine Abwärme an die Warmwasserbereitung oder die Heizung ab. Da der Motor immer in einem optimierten Lastbereich arbeitet, liegt der Wirkungsgrad des eingesetzten Kraftstoffs bei 80 bis 90 Prozent. Der Stromanteil liegt bei 25 bis 30 Prozent. Nachteil des BHKW sind die Treibhausgasemissionen. Die heißen Abgase des BHKW lassen sich auch zur Dampferzeugung nutzen.



Photovoltaik

Je größer eine Dachfläche auf einem Krankenhaus oder einer Gesundheitseinrichtung ist, desto eher rechnet sich eine Photovoltaikanlage. Auch nicht nach Süden ausgerichtete Fassaden können mit Photovoltaikelementen zur Eigenstromerzeugung beitragen. Eine große Anlage kann in Spitzenzeiten einen guten Anteil des kompletten Strombedarfs bedienen. Deshalb ist eine Speicherbatterie meistens entbehrlich. Soll der Eigenstrom hingegen auch die Krankenhausflotte mit E-Fahrzeugen versorgen, ist eine Speicherbatterie mit entsprechendem Management der Stromflüsse notwendig, damit stets genügend Energie an den Ladesäulen bereitsteht. Bei Krankenhäusern ist darüber hinaus zu beachten, dass PV-Anlagen so installiert werden, dass sie Pilotinnen und Piloten anfliegender Rettungshubschrauber möglichst nicht blenden.





Solarthermie

Solarthermische Anlagen können bei großen Dach- und Freiflächen eine sinnvolle Ergänzung in einem Krankenhaus oder einer Gesundheitseinrichtung sein. Mit ihnen wird heißes Wasser erzeugt. Dieses lässt sich sowohl für die Wärme- als auch für die Kälteerzeugung nutzen. Absorptionskältemaschinen können das heiße Medium aus den Sonnenkollektoren im Sommer in solare Kälte umwandeln. Im Winter kann die solarthermische Wärme eine KWK-Anlage ergänzen. Solarthermie ist eine sehr preiswerte Maßnahme mit hohem Potenzial. Die Absorptionskältemaschine ist zwar deutlich größer und teurer als die Kompressionsmaschinen, jedoch benötigt sie weniger elektrische Energie und verursacht somit auch geringere CO₂-Emissionen. Solarthermieanlagen sind so zu installieren, dass sie Pilotinnen und Piloten anfliegender Rettungshubschrauber möglichst nicht blenden.

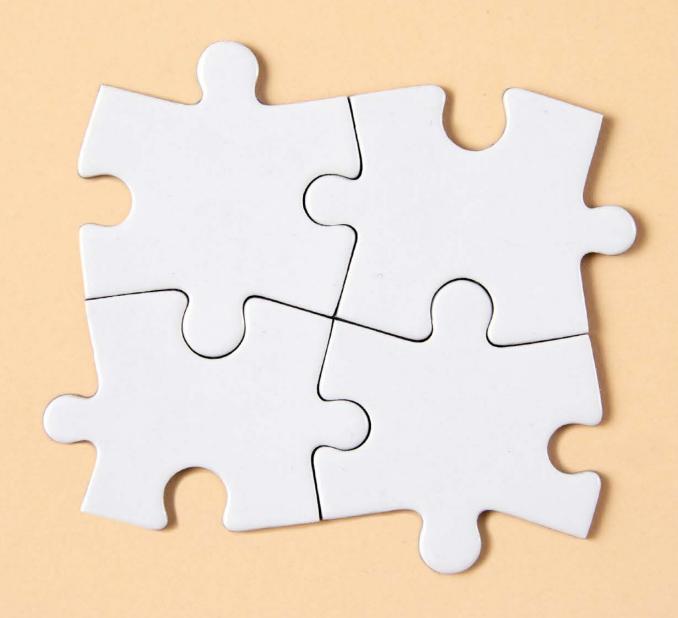
Geothermie

Geothermie erschließt die in der Erdkruste gespeicherte Wärme, um sie direkt in einem Wärmesystem zu nutzen oder in Kälte umzuwandeln. Je tiefer eine Bohrung ist, desto mehr Wärme steht zur Verfügung. In 100 Meter Tiefe herrscht ganzjährig eine Temperatur zwischen 8 und 12°C. Pro 100 Meter Tiefe steigen die Temperaturen

um weitere drei Grad. Zum Einsatz kommen sowohl Systeme, die die Wärme direkt aus dem Erdreich oder aus dem Grundwasser beziehen. Mit diesen Temperaturen lassen sich im Winter Wärmepumpen betreiben. Im Sommer stellen sie ausreichende Kühlleistung bereit.

Geothermie bezieht die Wärme direkt aus dem Erdreich oder aus dem Grundwasser.

PRAXISBEISPIELE



Praxisbeispiele

Jede Gesundheitseinrichtung mit teil- oder vollstationärer Versorgung steht vor der Herausforderung, wie sie ihre Energiekosten senken sowie ihren Beitrag zur Reduktion von CO₂-Emissionen leisten kann. Oftmals stehen Planende und Träger vor der Fragestellung, ob sie das bestehende Gebäude energetisch ertüchtigen können oder durch einen Neubau ersetzen sollten. Je älter ein Haus ist und je länger keine energetischen Erneuerungen durchgeführt wurden, desto häufiger ist eine Kernsanierung notwendig. Auch wenn ein Neubau bisweilen wirtschaftlicher erscheint, ist er in seiner Treibhausgasbilanz schlechter als eine Sanierung. Nachfolgend verdeutlichen vier Praxisbeispiele aus hessischen Kliniken und Gesundheitseinrichtungen, wie diese ihre Energiebilanz verbessert haben. Wichtig ist allerdings bei den Kennzahlen, dass sie sich nicht untereinander vergleichen lassen. Die Zahlen zeigen lediglich die Einsparerfolge im jeweiligen Gebäude und wie diese erreicht wurden. Zudem verändert sich das Leistungsangebot von Gesundheitseinrichtungen, und deshalb geben auch interne Vergleiche lediglich Anhaltspunkte.

Darüber hinaus besteht der Trend zu einer geringeren Anzahl von Planbetten, kürzeren Liegezeiten der Patienten sowie immer mehr ambulanten Behandlungen.

Jede Gesundheitseinrichtung steht vor der Herausforderung, Energiekosten und CO₂-Emissionen zu senken.





Vitos am Standort Heppenheim

2008 gründete der Landeswohlfahrtsverband Hessen die Vitos gGmbH und übertrug ihr viele historische Standorte mit Psychiatrien. In Heppenheim behandeln Ärzte seit über 150 Jahren Menschen mit psychischen Erkrankungen. Im Jahr 2008 entschied Vitos, in Heppenheim einen Neubau zu errichten, statt den Altbau zu sanieren. So konnte die Patientenversorgung entsprechend des Vitos Raumprogramms modernisiert und eine zukunftsgerechte und umweltfreundliche Energieversorgung sichergestellt werden. Das denkmalgeschützte Gebäude wurde verkauft sowie aufwendig saniert und dient nun Wohnzwecken.





Über 900 Tonnen CO2 pro Jahr bei der Energieversorgung eingespart

Durch die Errichtung des Neubaus in 2014 konnten mehrere Synergieeffekte für die moderne Wärmeversorgung genutzt werden: Weniger Fläche, bessere Dämmung und grünere Energiebereitstellung. Der Neubau mit zwei Gebäudeteilen umfasst eine Nettogrundfläche von 14.000 Quadratmetern. Dieses entspricht der Hälfte der zu beheizenden Fläche des Altbaus. Statt vorher rund 250 Betten bietet das Haus nun immer noch rund 220 Betten. Ganz besonders ist die Wärmebereitstellung für die Klinik, die zusammen mit dem Zweckverband Abfallwirtschaft Kreis Bergstraße (ZAKB) realisiert wurde. Der ZAKB betreibt ein Nahwärmenetz mit einem Biomassekessel als Hauptwärmerzeuger. Den hierfür benötigten Brennstoff bereitet der ZAKB selbst aus kommunalem Grünschnitt und Landschaftspflegematerial unter Beimischung von Waldhackschnitzeln auf. Die Grundlast des Wärmenetzes (ca. 400 kW) wird über ein biomethanbetriebenes Blockheizkraftwerk erzeugt. Die dort hergestellte "grüne Wärme" fließt mit rund 90°C ins benachbarte Kreiskrankenhaus. Der Rücklauf des Krankenhauses fließt mit 70 bis 80°C in die neu errichtete Vitos Klinik, wodurch die Rücklauftemperatur weiter abgesenkt und die Effizienz der Gesamtanlage weiter gesteigert werden können.

Im Neubau ist der Komfort deutlich gestiegen, wofür mehr Technik eingesetzt wird. Deswegen wurde besonders auf energieeffiziente Geräte sowie LED-Leuchtmittel geachtet. Zudem installierte Vitos eine große Photovoltaikanlage. Auf dem Gebäude produzieren 840 Photovoltaikmodule mit insgesamt 235 kWp Leistung Strom. Sie decken rund 25 Prozent des jährlichen Strombedarfs. In der Summe reduzierte die Klinik ihre CO₂-Emissionen um mehr als 900 Tonnen pro Jahr. Das entspricht etwa einem Drittel der ursprünglichen Menge.

Jährliche Bezüge

	Vorher	Nachher	Einsparung
Strom [kWh/a]	1.180.000	860.000	28 %
Davon Photovoltaik [kWh/a]	0	230.000	
Strom pro Fläche [kWh/m²a]	40	60	
Strom pro Bett [kWh/(ba)]	4.700	3.900	17 %
Wärme [kWh/a]	4.450.000	1.000.000	78 %
Wärme pro Fläche [kWh/m²a]	160	70	66 %
Wärme pro Bett [kWh/ba]	18.000	4.500	75 %
Kaltwasser m³/a	20.000	13.000	38 %
CO ₂ -Emissionen (t)	1.370	470	64 %
CO ₂ pro Fläche [kg/m²a]	50	33	34 %
CO ₂ pro Bett [t/ba]	5,5	2,1	62 %

Quelle: Vitos gGmbH

Erstes nachhaltiges Medizinisches Versorgungszentrum in Marburg

Das MVZ Diagnostikzentrum Radiologie Marburg in der Nähe des Hauptbahnhofs wurde 2018 saniert und energetisch ertüchtigt. Es erhielt eine Dämmung und Fußbodenheizung. Aber das genügte dem Eigentümer nicht. Für seine Idee eines nachhaltigen MVZ versammelte er zahlreiche Akteure, um mit Wärmerückgewinnung von medizinischen Geräten, einer innovativen Fassaden-Photovoltaikanlage sowie mit einem neuartigen Betreibermodell mit Bürger/innen-Beteiligung den CO₂-Fußabdruck seines Hauses nachhaltig zu senken.



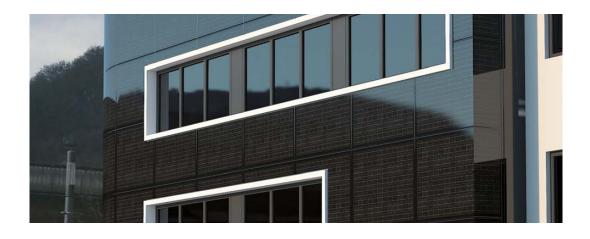


Die Fassade erhielt maßgefertigte PV-Module, die auch zu einer besonderen Optik des Gebäudes beitragen.

Aktive Gebäudefassade mit PV-Modulen

In einem deutschlandweit einmaligen Projekt erhielt die Fassade maßgefertigte PV-Module, die auch zu einer besonderen Optik des Gebäudes beitragen. Insgesamt erzeugen die 120 Module

rund 50 kWp Leistung. Eine PV-Anlage auf dem Dach erzeugt 15 kWp Leistung und wird demnächst erweitert. In einem weiteren Testprojekt sollen außerdem die Fenster mit einer Folie beschichtet werden, die Strom erzeugt. Der gesamte Strom wird im Haus verbraucht.





150.000 kWh aus Abwärme der drei MRTs

Einen großen energetischen Nutzen wird das MVZ künftig aus der Abwärme ziehen. Die drei Magnetresonanztomographen (MRTs) erzeugen große Mengen Abwärme, die bisher ungenutzt mit einer strombetriebenen Kälte- und Lüftungsanlage abgeführt wurde. Für die Abwärmenutzung entwickelte die Energiegenossenschaft Marburg-Biedenkopf (EGMB) ein Konzept mit einem Wärmespeicher. Um die sensible Kühlfunktion der MRTs nicht zu beeinflussen, blieb diese komplett unberührt. Für die Abwärmeabnahme von bis zu 112 kW wird ein Bypass zur Außen-Rückkühlanlage installiert, der die Wärme in einen etwa 20 Kubikmeter großen und isolierten Wärmespeicher im Keller leitet. Sie wird für die Warmwasserbereitung und zur Versorgung der Fußbodenheizung verwendet. Die Vorlauftemperatur soll zwischen 43 und 45°C liegen. Die EGMB hat dieses Projekt an die Stadtwerke Marburg (SWMR) zur Realisierung übergeben, damit die komplette Energieversorgung des Gebäudes aus einer Hand erfolgen kann.

Die Realisierung durch die SWMR soll noch im Jahr 2022 erfolgen. Die Planer rechnen mit einer nutzbaren Wärme von rund 150.000 kWh pro Jahr. Je nach Wetterlage soll die Abwärme die Wärmeerzeugung durch die bestehende Gasheizung komplett ersetzen und das Haus völlig unabhängig von fossiler Energie machen.

Klinikum Hanau

Als 2012 der zweite Bauabschnitt eines Neubaus am Klinikum Hanau fertiggestellt war, gehörte es zu den innovativsten Krankenhausgebäuden Deutschlands. Der Baukörper mit einer Nettogeschossfläche von rund 13.000 Quadratmetern, die auf zwei Untergeschosse und sechs Normalgeschosse verteilt sind, wurde mit Geothermie und Betonkernaktivierung für Kühlung und Wärme ausgestattet. Dieses hybride Konzept kombiniert eine etwa 2.000 Quadratmeter große flächige Betonkernaktivierung mit 24 jeweils rund

Das Klinikum Hanau wurde mit Geothermie und Betonkernaktivierung für Kühlung und Wärme ausgestattet.

100 Meter tiefen Erdsonden. Das System ist auf die Nutzung niedriger Temperaturniveaus zwischen 20 bis 25°C ausgerichtet. Die Wärme und Kälte werden über wasserführende Rohrregister über Decken, Fußböden und teilweise Wänden im Haus verteilt. Die Erdsonden sind auf einer Grünfläche von 900 Quadratmetern in unmittelbarer Nähe des Neubaus in einem Raster von sechs Metern Abstand angebracht und an Schächte angebunden. Von dort wird die Energie über Verteilleitungen zu der im Gebäude aufgestellten Wärmepumpe geführt. Der Betonkern dient der Speicherung sowohl von Wärme als auch Kälte; der Wärmeaustausch erfolgt über die Wärmepumpen, die in beide Richtungen arbeiten. Von hier aus läuft die Einspeisung mittels Förder- und Umschalteinrichtungen. Im Winter nutzt das System die Abwärme aus Kühlwasserkreisläufen, die Fernheizungsrückläufe am Gesundheitscampus Hanau und die Wärmepumpen. In die Lüftungsanlage sind zudem Heizregister installiert. Für die Kühlung insbesondere in den heißen Jahreszeiten erfolgt der Einsatz mit freier und adiabater Kühlung sowie über luftgekühlte Rückkühlwerke in der Lüftungsanlage. Zudem werden die Wärmepumpen in umgekehrter Richtung eingesetzt. Sie führen die Wärme über den Betonkern in den Erdspeicher. Dort kühlt das Wasser ab und kann über die Rohrregister abgeführt wieder in den Decken-, Wand und Fußbodenflächen für ein behagliches Raumklima sorgen.







Neubau varisano-Klinikum Frankfurt Höchst

Die Stadt Frankfurt am Main plante seit 2007, das alte Hauptgebäude des Klinikums in Höchst durch einen Neubau zu ersetzen. Als erster öffentlich-rechtlicher Krankenhausträger entschied der Magistrat, dass dieser nach der Passivbauweise errichtet werden sollte. 2013 legte das Darmstädter Passivhaus Institut in einer Grundlagenstudie dar, wie sich diese Bauweise in einem großen Klinikneubau mit rund 700 Betten umsetzen lässt.



Bauliche und planerische Grundlagen

Die Idee und die Funktionsweise eines Passivhausgebäudes ist, dass durch eine besonders luftdichte und konsequente Dämmung der Gebäudehülle, die Nutzung von Sonneneinstrahlung sowie Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung eine zusätzliche Heizung nur etwa 25 Prozent der Heizleistung bereitstellen muss im Vergleich zur konventionellen Bauweise. Das soll gewährleisten, dass der überwiegende Teil des Wärmebedarfs aus "passiven" Quellen wie Sonneneinstrahlung und Abwärme von Personen und technischen Geräten gedeckt wird. Die Zertifizierungskriterien des Passivhaus Instituts sehen vor, dass der Wärmeenergiebedarf eines Passivhauses 15 Kilowattstunden pro Quadratmeter in einem Jahr (kWh/m²) nicht übersteigen

darf. Das entspricht einem Energiegehalt von etwa 1,5 Litern Heizöl. Selbst in kalten Wintertagen beträgt der Heizbedarf nicht mehr als zehn Watt pro Quadratmeter und kann beispielsweise durch eine Nacherwärmung der Zuluft gewährleistet werden. Die Bauweise ist nicht wirklich neu, aber sie ist ein erprobter, hoch energieeffizienter Baustandard, der ein wesentlicher Baustein für nachhaltige Gebäudekonzepte darstellt. Er ist für jeden Gebäudetyp realisierbar – auch bei Sanierung und Umbauten.

Die Passivhausbauweise ist für jeden Gebäudetyp realisierbar – auch bei Sanierung und Umbauten.



Alle Energieflüsse in Planung einbezogen

Im Unterschied zu konventionellen Baustandards analysieren Architekten und Ingenieure bei der Passivbauweise bereits bei der Planung alle relevanten Energieflüsse in einem Gebäude. Sie klären vorab, wie sich durch geeignete Maßnahmen Abwärme vermeiden oder nutzen lässt. In einem Krankenhaus gehören neben der technischen Gebäudeausstattung auch medizintechnische Geräte in die Analyse, die zum Teil erhebliche Abwärme emittieren, die sich im Haus nutzen lässt. Alle Energieflüsse werden betrachtet und daraus der Gesamtbedarf an Wärme- und Kühlleistung abgeleitet. Durch den Einsatz modernster Effizienztechnik bei Beleuchtung, IT und Medizintechnik lässt sich der elektrische Energiebedarf, der in Krankenhäuser vergleichsweise hoch ist, relevant reduzieren und gleichzeitig, aufgrund der geringeren Wärmeemissionen, auch der Kühlbedarf verringern. Durch effizientere Apparate und Technologien mit geringerer Wärmeabstrahlung kann bisweilen eine aktive Kühlung kleiner ausgelegt oder, in bestimmten Bereichen, sogar ganz auf eine Klimaanlage verzichtet werden. Dabei kann auch die Raumlufttechnische Anlage (RLTA) mit Wärmerückgewinnung durch Nachtlüftung und Verdunstungskühlung an heißen Tagen auf effiziente Weise zu gutem Sommerkomfort beitragen.



Wärmebrückenfreie Gebäudehülle

Für die Vermeidung von Wärmeverlusten stellen die Planenden bei der Passivbauweise an die Komponenten und Bauteile der Gebäudehülle wie Fassade, Dach, Fundament und Kellerdecke sowie Fenster höhere Anforderungen. Wichtig sind vor allem eine gut ausgeführte Wärmedämmung und die konsequente Vermeidung von Wärmebrücken. Angestrebt wird ein Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) von weniger als 0,15 W/(m² K) (Watt pro Quadratmeter und Kelvin). Eine ungedämmte Betonaußenwand mit 25 Zentimetern Dicke weist beispielsweise einen U-Wert von 3,3 W/(m² K) auf; eine Außentür aus Holz oder Kunststoff bringt es auf 3,5 W/(m² K). Auch ein älteres Fenster mit Doppelverglasung kommt auf einen U-Wert von 3 W/(m² K). Je niedriger der U-Wert also ist, desto weniger Wärme entweicht aus einem Gebäude. Vor allem an den Übergängen von beispielsweise Dach und Fassade oder Türen und Fenstern in der hochwärmegedämmten Gebäudehülle sind sorgfältige Planung und Ausführung nötig, um Wärmebrücken konsequent zu unterbinden. Auch Untergeschosse und Kellerdämmung bedürfen besonderer Beachtung, da hier aus statischen Gründen eine thermische Trennung oft schwierig ist. Idealerweise erfolgt die Dämmung bereits bei der Grundplatte; die dafür erforderlichen druckfesten Dämmmaterialen sind am Markt verfügbar. Befindet sich im Untergeschoss eine Tiefgarage, muss die Dämmung allerdings an der Kellerdecke ansetzen. Hier sollten Architekten mit Stützen planen, die nur punktuell in die darüber liegenden Bauteile eingebunden werden, im Unterschied zu Wänden, die eine linienförmige Durchdringung der Kellerdeckendämmung darstellen. Weitere Anforderungen stellen die Fenster dar. Ein Fenster nach Passivhausstandard erreicht einen U-Wert von nur 0,8 W/m² K. Es hat eine Drei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung und einen gedämmten Rahmen. Der Einbau erfolgt wärmebrückenarm in der Dämmebene und nicht im Mauerwerk.

Luftdichtigkeit

Neben der konsequenten Vermeidung von Wärmebrücken gehört auch eine luftdichte Ausführung der Gebäudehülle zu den Anforderungen. Diese reduziert einen ungewollten Luftaustausch durch Leckagen und hilft Bauschäden zu vermeiden. Die Luftdichtheit eines Gebäudes wird mit dem Luftdichtheitskennwert n50 bestimmt, der als Verhältnis aus gemessenem Leckagestrom bei definierten Druckverhältnissen (50 Pascal) angegeben wird. Er wird ermittelt mit einem Differenzdrucktest, auch Blower-Door-Test genannt. Für die Messung wird ein Über- beziehungsweise Unterdruck erzeugt und gemessen, wie viel Luft aus dem Gebäude in einem definierten Zeitraum entweicht. Je größer und kompakter ein Gebäude ist, desto einfacher werden gute Luftdichtheitskennwerte erreicht. Bei undichten Altbauten liegt n50 bei bis zu 12 h⁻¹. In Passivhäusern ist die Luftdichtheit besonders wichtig, daher ist dort ein Grenzwert von 0,6 h⁻¹ vorgegeben. Das bedeutet, dass das Innenraumvolumen während des Drucktests nur 0,6-mal pro Stunde ausgetauscht wird. Häufig kann in der Praxis ein Wert von 0,4 h⁻¹ erreicht werden, dieser wird auch für Krankenhäuser und Gesundheitseinrichtungen in Passivbauweise empfohlen.

Entwurf, Zonierung und Orientierung

Die grundlegenden Entscheidungen über Größe, Form und Orientierung eines Gebäudes werden bereits in der Entwurfsphase getroffen und beeinflussen maßgeblich den Energiebedarf. Eine frühzeitige Integration der Fachingenieure für Bauphysik, Gebäudetechnik und Brandschutz hilft, den Planungsprozess des Passivhauskranken-

hauses für kostengünstige Lösungen zu optimieren. Das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen (A/V-Verhältnis) ist im Vergleich zu Wohnhäusern aufgrund der Größe der Krankenhäuser häufig besser. Achten die Planenden auf einen kompakten Gebäudeentwurf, eine möglichst mehrgeschossige Bauweise sowie auf eine gute Balance zwischen Gebäudetiefe und Tageslichtnutzung, kann der Passivhausstandard mit vergleichsweise geringem Aufwand erreicht werden. Der Eingangsbereich von Krankenhäusern erfordert besondere Aufmerksamkeit, da hier luftdichte

Kurze Wege und eine Optimierung der Abläufe gelten als Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb von Krankenhäusern.



und zugleich wärmegedämmte Türkonstruktionen benötigt werden, die sich darüber hinaus als dauerhaft und gebrauchstauglich erweisen müssen. Im Hinblick auf die Barrierefreiheit muss eine automatische Türöffnung vorhanden sein. Eingangsbereiche mit Türschleusen (Windfängen) verringern den Luftaustausch gegenüber Lösungen ohne Schleuse um durchschnittlich 30 Prozent. Karusselltüren können bei automatisch gesteuertem Betrieb (Drehung nur bei Bedarf) die Infiltration durch den Eingang ebenfalls deutlich reduzieren. Kurze Wege und eine Optimierung der Abläufe gelten als Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb von Krankenhäusern. Im übertragenen Sinne gilt das auch für die Versorgung des Gebäudes mit Frischluft und Wärme. Eine funktionale Gliederung mit räumlicher Konzentration von Räumen gleicher Nutzung vereinfacht und verkürzt das Lüftungskanalnetz und spart so Baukosten und Energie. Für die sommerliche Behaglichkeit und die Minimierung des Kühlbedarfs dagegen erweist sich eine Orientierung als vorteilhaft, bei der Nutzungsbereiche mit hohen internen Wärmelasten nach Norden ausgerichtet sind.

Technik, Umsetzung und Kennzahlen varisano-Klinikum

Beim Neubau des varisano-Klinikums Frankfurt Höchst wurden die oben genannten Planungsgrundsätze angewandt. Im April 2020 bestand der Baukörper mit 78.000 Quadratmetern Bruttogeschossfläche erfolgreich den Drucktest, also den Blower-Door-Test. Die Messung ergab einen Drucktestkennwert n50 von 0,13 h⁻¹ und unterbietet damit die Vorgaben des Passivhausstandards. Die nachfolgenden Daten zum Energiebedarf sind vorläufige Berechnungen mit dem Passivhaus-Projektierungspaket (PHPP).

Wärmeenergiebedarf

Durch eine konsequente Wärmedämmung der Gebäudehülle wurde eine Reduzierung des Heizwärmebedarfs auf unter 15 kWh/(m²a) erreicht. Die Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) für Dach und Außenwand liegen zwischen 0,12 bis 0,17 W/(m² K). Die thermisch hochwertigen Fenster mit Drei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung haben einen Wärmedurchgangskoeffizienten von weniger als 0,8 W/(m² K).

Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung

Die Lüftungsanlagen in allen Bereichen des Neubaus wurden mit Wärmerückgewinnung ausgestattet. Zudem sorgen die Lüftungsanlagen für kontinuierlich gute Luftqualität. Ein Öffnen der Fenster ist dennoch weiterhin möglich. Selbst bei energieeffizienter Ausführung der Lüftungsanlagen verursachen Ventilatoren und Stellmotoren einen nicht unerheblichen Strombedarf und haben damit einen wesentlichen Anteil am Gesamtenergiebedarf eines Krankenhauses. Beim Neubau des Klinikums wurde ein energieeffizienter Lüftungsbetrieb durch eine am jeweiligen Bedarf angepasste Auslegung und Regelung der Luftmengen erreicht.

Eine weitere Herausforderung für Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sind hygienische Anforderungen in Untersuchungs- und Behandlungs- sowie den OP-

und intensivmedizinischen Bereichen. Hier ist teilweise eine höhere Luftfilterung erforderlich, die mit höheren Druckverlusten verbunden ist. Effizienzverbesserungen sind mit einer Vergrößerung der Filterfläche durch Anpassung der Filtertiefe bei endständigen Filtern möglich.





Wärmeerzeugung

Auf dem Dach des Neubaus erzeugt eine Brennstoffzelle aus Erdgas und bei Verfügbarkeit später auch mit Wasserstoff die benötigte Energie. Sie erzeugt eine elektrische Leistung von 100 Kilowatt. Sie ist wärmegeführt ausgelegt und gestattet eine Wärmeauskopplung von 54 Kilowatt bei 62°C sowie weiteren 54 Kilowatt bei 92°C. Sie deckt gut 40 Prozent des Wärmebedarfs für die Trinkwarmwassererzeugung. Die sauerstoffarme Abluft der Brennstoffzelle wurde in das Brandschutzkonzept der Serverräume integriert. Der Einsatz einer PV-Anlage auf dem Dach wurde geprüft, aber verworfen. Sie hätte die Pilotinnen und Piloten der anfliegenden Rettungshubschrauber geblendet. Die weitere Wärmeversorgung erfolgt mit drei Gas-Brennwertkesseln. Aufgrund des geringen Wärmebedarfs des Neubaus sind schon etwa 20 W/m² an Heizleistung ausreichend.

Trinkwarmwasser

Zur angemessenen Auslegung des Systems wurden während der Planungsphase Verbrauchsmessungen zum Trinkwarmwasserbedarf in den Bestandsgebäuden durchgeführt. Es zeigte sich, dass im Vergleich zu vorliegenden Auslegungswerten der tatsächliche Trinkwarmwasserverbrauch rund 50 Prozent geringer war. Entsprechend wurde das System im Neubau ausgelegt. Da bis zu 50 Prozent der Wärme eines Trinkwarmwassersystems über das Verteilsystem verloren gehen, wurde dieses überdurchschnittlich gut und über die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) hinaus gedämmt. So ließen sich die Wärmeverluste verringern und gleichzeitig der unerwünschte Wärmeeintrag in Kaltwasserleitungen sowie die internen Lasten im Sommer reduzieren. Zur Erzeugung des Trinkwarmwassers wird neben der Brennstoffzelle und der Gas-Brennwertheizung zusätzlich die Abwärme aus der Drucklufterzeugung verwendet.

Beleuchtung

Im Vergleich zu anderen Nichtwohngebäuden sind im Krankenhaus vor allem die 24/7-Nutzungszeiten charakteristisch. Viele Bereiche werden auch am Wochenende und in der Nacht genutzt. Beim Neubau des Klinikums wurde durch energieeffiziente Leuchten (LED) sowie angemessene Beleuchtungskonzepte die installierte elektrische Leistung gegenüber konventionellen Gebäuden erheblich reduziert. Zudem sorgt der umfassende Einsatz von Präsenzmeldern mit Lichtsensoren zur Beleuchtungssteuerung für eine weitere Effizienzverbesserung.



wurde die installierte elektrische Leistung gegenüber konven-

tionellen Gebäuden erheblich reduziert.

Kühlenergie

Die energieeffiziente Geräteausstattung, die Beleuchtung mit geringeren Wärmeemissionen sowie die verbesserte Wärmedämmung von warmen Trinkwasserleitungen sorgen für eine

deutliche Reduzierung der Wärmeeinträge. Wo immer es ausreicht, sorgen "passive" Kühlstrategien wie ein außenliegender Sonnenschutz für ein behagliches Raumklima auch im Sommer. Lüftungsanlagen arbeiten mit Verdunstungskühlung ("adiabater Kühlung"), in den Bettenzimmern bewirkt eine Betonkerntemperierung mit Unterstützung durch Rückkühler auch an heißen Tagen eine ausreichende Kühlung. Die Dimensionierung der Gebäudekühlung erfolgte nach dem spezifischen Bedarf, der unterstützend auch mit Hilfe von Verbrauchsmessungen an Medizingeräten ermittelt wurde. Die Kälteerzeugung erfolgt durch Rückkühler und Kältemaschine mit Thermosiphon im Freikühlbetrieb. Eine Nutzung von Erdsonden wurde geprüft, war jedoch aus rechtlichen Gründen nicht möglich.

Energieeffizienz und EMAS

Das gesamte Klinikum wurde mit energieeffizienten Geräten ausgestattet. Viele Arbeitsplätze verfügen lediglich über Thin Client-Rechner. Bei Kühlschränken, Pumpen und Aufzügen erhielten die Lieferanten Vorgaben zur Energieeffizienz. Für die weitere Optimierung im laufenden Betrieb wurden Energiezähler und Messsensoren für ein Energiemanagementsystem installiert.

Gesamtenergiebilanz

	Bestand (gemessen)	Neubau (berechnet)	Einsparung
Bettenanzahl	1.000	706	30 %
Gasverbrauch in kWh je Bett u. Jahr	21.900 kWh	4.700 kWh	79 %
Gasverbrauch je Quadratmeter u. Ja	hr 280 kWh	47 kWh	83 %
Strombedarf je Bett u. Jahr	11.500 kWh	4.600 kWh	60 %
Strombedarf je Quadratmeter u. Ja	hr 140 kWh	46 kWh	67 %

Quelle: varisano-Klinikum Frankfurt Höchst GmbH



*Quellen/Literatur:

[PHPP] W. Feist, et. al: Passivhaus-Projektierungspaket, Energiebilanzierungs- und Planungstool für effiziente Gebäude und Modernisierungen, Passivhaus Institut, Darmstadt.

Weitere Informationen zur Grundlagenstudie – Umsetzung des Passivhauskonzepts in Krankenhäusern vom Passivhaus Institut: QR-Code mit dem Smartphone scannen



www.passiv.de/de/05_service/03_fachliteratur/030313_krankenhaus.htm

SONSTIGE MASSNAHMEN FÜR "GRÜNE" GESUNDHEITS-EINRICHTUNGEN



Sonstige Maßnahmen für "grüne" Gesundheitseinrichtungen

Neben energieeffizienter Medizin- und Haustechnik bestehen weitere Möglichkeiten, mit denen eine Gesundheitseinrichtung mit teil- und vollstationärer Versorgung Optimierungspotenziale erschließen kann. Auf dem Weg zu klimaneutralen Gebäuden sollten neben den Energieaspekten auch das Nutzungsverhalten der Mitarbeitenden sowie die Umweltauswirkungen aller Bereiche regelmäßig überprüft werden. Denn entlang der technischen Entwicklung gibt es ständig neue Konzepte, die Energieeffizienz zu steigern und die Umweltauswirkungen zu reduzieren.

Lifecyclecosts als Einkaufsmaxime

In den Laboren stehen Analysegeräte und Kühlschränke, in den Aufenthaltsräumen darüber hinaus auch Fernseher und Küchengeräte, die Strom verbrauchen. Vor allem ältere Geräte sind wahre Stromfresser. Gleiches gilt für Bürokommunikationstechnik. Bei der Wiederbeschaffung fällt der Zuschlag häufig auf den günstigsten Anbieter. Doch hier lauert eine teure Gefahr. In vielen Fällen arbeiten die günstigsten Geräte mit viel zu hohem Stromverbrauch. Generell sollte die Einkaufsmaxime deshalb auf die "Lifecyclecosts" umgestellt werden. Hierbei berechnen Einkäufer/innen neben dem Einkaufspreis auch alle Kosten, die während der gewöhnlichen Nutzungszweit anfallen. Die Lebenszykluskostenrechnung berücksichtigt neben den Anschaffungskosten auch die Betriebskosten bis zur Ausmusterung eines Geräts. Am Beispiel von 20 Kühlschränken für Aufenthaltsräume wird es deutlich. Die drei Modelle unterscheiden sich in ihren Stromverbräuchen erheblich und in den Anschaffungskosten nur marginal. Gleichwohl ist der teuerste Anbieter über die Nutzungszeit nach Lebenszykluskostenrechnung 9.000 Euro günstiger.

Anbieter	Einkaufskosten	Betriebskosten 10 Jahre	Lifecyclecosts
A 250 kWh p.a.	10.000 Euro	20.000 Euro	32.000 Euro
B 200 kWh p.a.	10.500 Euro	16.000 Euro	26.500 Euro
C 150 kWh p.a.	11.000 Euro	12.000 Euro	23.000 Euro

Quelle: Eigene Berechnung



Zertifizierung EMASplus und Umweltmanagementsystem 14001

Managementsysteme wie die ISO EN DE 9001 ff haben sich beim Qualitätsmanagement bereits in vielen Gesundheitseinrichtungen durchgesetzt. Weniger bekannt und seltener integriert sind die Normen für ein Energiemanagementsystem (EMAS) nach ISO EN DE 50001 sowie Umweltmanagementsystem nach ISO EN DE 14001. Für die Zertifizierung müssen Unternehmen normgerechte Prozesse für die Erfassung, Auswertung sowie Überwachung und kontinuierliche Verbesserung ihrer Energieströme und ihrer Umweltbelastung einführen. Dabei gilt der PDCA-Zyklus: PDCA steht für "Plan-Do-Check-Act" also "Planen, Umsetzen sowie regelmäßig Kontrollieren und Optimieren". Dieses Prinzip führt dazu, dass Unternehmen Rohstoffe, Energie und Wasser effizienter nutzen sowie Abfall und Abwasser reduzieren. Häufig senken Unternehmen hierdurch auch ihre Kosten sowie ihren Energieverbrauch und damit ihren CO₂-Fußabdruck.



Wasser und Abwasser

Wasser ist in einigen Regionen bereits ein knappes Gut. Darüber hinaus steigen seit Jahren auch die Kosten. Und diese fallen sogar zweimal an: Einmal beim Frischwasserbezug vom örtlichen Wasserversorger, und zum zweiten Mal beim Abwasser, das der Entwässerungsbetrieb gegen Gebühr in einer Kläranlage aufbereitet. Um beide Kostenarten zu senken, sollte der Trinkwassereinsatz rational organisiert werden. Durchflussbegrenzer an allen Entnahmestellen sowie in öffentlichen Bereichen automatische Wasserstopper sind bei Neubauten Standard und lassen sich bei Sanierung einfach nachrüsten. Nebenbei sparen Krankenhäuser auch noch Energie, da sie weniger warmes Wasser bereitstellen müssen. Außenflächen sollten generell mit Brauchwasser bewässert werden. Je größer hier der Bedarf ist, desto eher rechnen sich eine Regenwasserzisterne und ein kleines lokales Brauchwassernetz für die Bewässerung. Vor allem bei älteren Gebäuden mit großen Wassernetzen entstehen oft jahrelang unbemerkt Leckagen. Regelmäßige Dichteprüfungen sowie die Analyse der Wasserrechnung helfen, Leckagen frühzeitig aufzudecken. Ebenso lohnt sich in vielen großen Gebäuden der Einbau eines Abwasserzählers. Denn die Abwassergebühren orientieren sich am Frischwasserbezug. Und der kann deutlich über den Abwassermengen liegen, weil erhebliche Anteile am Frischwasser bei Gebrauch verdampfen.

Abfallmanagement und -vermeidung

"Krankenhäuser sind mit sieben bis acht Tonnen Abfall pro Tag der fünftgrößte Müllproduzent in Deutschland. Im Durchschnitt fallen pro Tag etwa sechs Kilo je Patientin und Patient an. Zum Vergleich: Die/Der Normalbürger/in bringt es hierzulande auf 1,7 Kilo, und das ist schon ein Spitzenwert in Europa." So berichtete es ärzteblatt.de 2019 unter der Überschrift "Wenn Abfall nicht einfach Müll ist". Grundsätzlich unterliegen Krankenhäuser der Richtlinie der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA). Die Richtlinie regelt jedoch nur den Sondermüllanteil in Gesundheitseinrichtungen wie beispielsweise für Nadeln, Medikamente, infektiöses Material oder menschliche Überreste. Rund 60 Prozent des Krankenhausabfalls zählen zum gewöhnlichen Hausmüll. Und hier gilt selbstverständlich Mülltrennung. Damit die Richtlinie auch eingehalten wird, sollten Krankenhäuser eine/n Abfallbeauftragte/n berufen, die/der einen Abfallplan aufstellt, diesen überwacht und die Mitarbeitenden regelmäßig schult. Darüber hinaus sollte sie/er kontinuierlich Optionen recherchieren, wie die Entstehung von Abfall vermieden werden kann. Ein großes Potenzial versteckt sich in der Verpflegung. Hier gilt es, bei Getränken und Speisen auf Einwegverpackungen zu verzichten und diese durch Mehrweglösungen zu ersetzen. Aber auch bei den Verbrauchsmaterialien in der Pflege bestehen Potenziale, die Umweltbelastung zu mindern. So gibt es im Krankenhausbedarfshandel mittlerweile Produkte mit einem Recyclinganteil.

Dach- und Fassadenbegrünung

den kann, wird ein bepflanztes selten wärmer als

Pflanzen auf dem Dach und an Fassaden nutzen der Umwelt, dem kleinräumlichen Klima und dem Gebäude selbst. Der Boden speichert Regenwasser, das langsam verdunsten kann. Im Sommer trägt das zur Kühlung rund um das Gebäude bei. Das entlastet außerdem die Kanalisation und damit die Gebühren, zudem sinkt das Überflutungsrisiko bei Starkregen. Eine Dachbegrünung ist auch nachträglich oder bei einer Sanierung realisierbar. Je nach gewünschter Nutzung bestehen vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten. Die Pflanzen geben Insekten einen Lebens- und Menschen einen zusätzlichen Freizeitraum. Für das Gebäude selbst funktioniert die Dach- und Fassadenbegrünung wie eine zusätzliche Dämmschicht. Während ein mit schwarzer Dachpappe versiegeltes Flachdach bei Sonneneinstrahlung bis zu 90°C heiß wer-



TIPPS UND BERATUNGSANGEBOTE



Tipps und Beratungsangebote

Wenn Sie sich als Träger/in von Gesundheitseinrichtungen, als ärztliche, pflegerische, technische und administrative Leitung oder Verantwortliche in den Gebietskörperschaften nun fragen, wo Sie ansetzen können, finden Sie anschließend Hinweise für Ihr weiteres Vorgehen.



Treibhausgasbilanzierung ecocockpit

Der Einstieg in Energieeffizienz ist leichter als gedacht. Er beginnt mit der Datensammlung für die vergangenen drei Jahre. Erstellen Sie eine Bilanz über die Energie-, Wasser- und Materialflüsse sowie Abfall- und Abwasserdaten. Ergänzen Sie die Mengeneinheiten gleich mit den Kosten. Mit den Daten aus Ihrer Energiebilanz können Sie den CO₂-Fußabdruck Ihrer Gesundheitseinrichtung berechnen. Unterstützung bietet Ihnen das "ecocockpit" der LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH. Dieses Online-Tool berechnet aus Ihren Daten die Treibhausgasemissionen Ihres Gebäudes. Sie erkennen die Treiber Ihrer Emissionen und können gezielt Maßnahmen zur Reduzierung ergreifen.

Weitere Informationen zum ecocockpit: QR-Code mit dem Smartphone scannen



www.lea-hessen.de/unternehmen/treibhausgasbilanzierung

Netzwerk KLIK-green

Von 2019 bis 2022 organisierten der BUND Berlin, die Krankenhausgesellschaft Nordrhein-Westfalen sowie das Universitätsklinikum Jena das Netzwerk KLIK-green. 200 Krankenhäuser und 50 Reha-Kliniken engagierten sich in diesem Netzwerk. Es qualifizierte Klimaschutzmanager/innen der Gesundheitseinrichtungen, die anschließend in ihren Gebäuden mit den Fachabteilungen konkrete Maßnahmen vorbereiteten und umsetzten. Im Projektzeitraum setzten die Netzwerkkliniken 1.640 Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz um. Diese erzielten eine Reduktion von rund 20.000 Tonnen CO₂-Äquivalenten pro Jahr. Die Umrechnung in CO₂-Äquivalente dient der Vereinheitlichung der Klimawirkung von unterschiedlichen Treibhausgasen. Insgesamt reduzieren die umgesetzten investiven und nicht investiven Maßnahmen rund 200.000 Tonnen CO₂-Äquivalente über die Nutzungszeit.

Die größten Effekte über die Nutzungszeit waren dabei:

- 338 Maßnahmen bei Beleuchtung und Lüftung sparen 80.000 Tonnen CO₂-Äquivalente
- 188 Maßnahmen mit erneuerbaren Energien und effizienter Wärmeversorgung sparen 68.000 Tonnen CO₂-Äquivalente
- 22 Maßnahmen durch weniger klimaschädliche Narkosegase sparen 22.000 Tonnen CO₂-Äquivalente
- 84 Maßnahmen zur Reduktion von Lebensmittelresten, verminderten Fisch- und Fleischangeboten sowie Energieaufwand sparen 8.500 Tonnen CO₂-Äquivalente

Fast 30 Prozent aller Maßnahmen fallen in die Kategorie "nicht-investiv". 40 Prozent erfolgen mithilfe einer geringen Investition. Bezogen auf die Reduzierung von Treibhausgasemissionen erzielte der investive Klimaschutz mit baulichen Maßnahmen oder Erneuerung von Anlagen den höchsten Anteil mit mehr als 60 Prozent. Das Projekt endete im April 2022; eine Datenbank dokumentiert die Maßnahmen.

Weitere Informationen zu KLIK-green: QR-Code mit dem Smartphone scannen



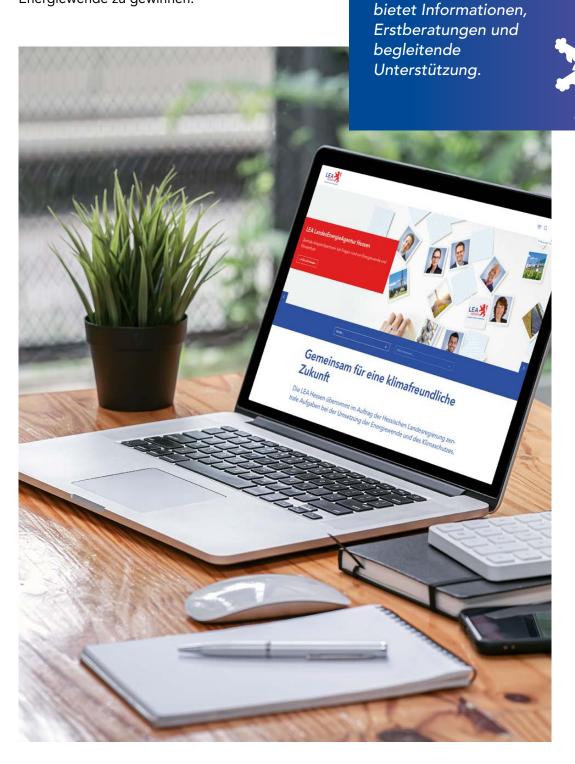
www.klik-krankenhaus.de

LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH

Die LEA Hessen bietet durch die Bündelung verschiedener Aufgabenbereiche Unterstützung aus einer Hand: sei es bei Fragen zu Sanierung, zu Energieeffizienz, zu Elektromobilität oder zur Verfügbarkeit von Fördermitteln. Die Angebote der LEA Hessen richten sich an hessische Bürgerinnen und Bürger, gesellschaftliche Organisationen, Kommunen und Unternehmen. Die LEA Hessen bietet Informationen, Erstberatungen und begleitende Unterstützung bei der Auswahl und Umsetzung von Maßnahmen zum Klimaschutz, zur Energieeffizienz, zur Energieeinsparung oder zum Ausbau erneuerbarer Energien im eigenen Umfeld. Sie

Die LEA Hessen

ist zuverlässige Partnerin, wenn es darum geht, Dritte für Aktivitäten für den Klimaschutz und die Energiewende zu gewinnen.



Weiterführende Informationen

QR-Code mit dem Smartphone scannen

viamedica Stiftung für eine gesunde Medizin c/o Institut für Infektionsprävention und Krankenhaushygiene Universitätsklinikum Freiburg Breisacher Str. 115b · 79106 Freiburg



www.viamedica-stiftung.de/klinergie

Statistische Berichte Die Pflegeeinrichtungen in Hessen am 15. Dezember 2019

www.statistik.hessen.de/sites/statistik.hessen.de/files/KVIII1_2j19.pdf



Destatis, Statistisches Bundesamt Krankenhäuser 2020 nach Trägern und Bundesländern

www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/Tabellen/eckzahlen-krankenhaeuser.html



Krankenhausreport 2018

www.wido.de/fileadmin/Dateien/Dokumente/ Publikationen_Produkte/Buchreihen/Krankenhausreport/2018/ Kapitel%20mit%20Deckblatt/wido_khr2018_gesamt.pdf



BDI-Initiative "Energieeffiziente Gebäude"

www.initiative-energieeffiziente-gebaeude.de/de



Passivhauskonzept im Klinikum Frankfurt Höchst – Vorstudie Passivhaus Institut

Autoren: Passivhaus Institut: Oliver Kah, Kristin Bräunlich, Tanja Schulz, Andreas Grill, Dr. Oliver Ottinger, Roland Schumacher Darmstadt, Oktober 2013, im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz



www.passiv.de/de/05_service/03_fachliteratur/030313_krankenhaus.htm

Impressum

Ausschluss Wahlwerbung

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlkampfveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl die Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist. Den Parteien ist es jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Herausgeber

LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH Wettinerstraße 3 · 65189 Wiesbaden Telefon: 06 11 / 9 50 17-84 00 · E-Mail: lea@lea-hessen.de www.lea-hessen.de



Kontakt und Ansprechpartner

LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH Robert Weicht · Themenfeldleitung Elektromobilität und Energieeffiziente Unternehmen

Telefon: 06 11 / 9 50 17-86 98 · E-Mail: robert.weicht@lea-hessen.de

In Zusammenarbeit mit

RKW Hessen GmbH

Sasa Petric · Projektleitung Energie- und Ressourceneffizienz

Kleiner Kornweg 26-28 · 65451 Kelsterbach

www.rkw-hessen.de

Telefon: 0 61 07 / 9 65 93-27 · E-Mail energieberatung@rkw-hessen.de

www.energieeffizienz-hessen.de

Ausführende Agentur

Konzeption, Text und Redaktion:

Christian Gasche · www.sigmacommunication.de

Gestaltung:

Mainblick Marketing & Mediengestaltung · www.mainblick.de

Druckerei:

pr Direktmarketing · www.pr-direktmarketing.de

Bildnachweise:

Alle Bilder und Icons: iStock, außer: S. 26 Vitos Heppenheim,

S. 28/29 MVZ Marburg, S. 30 Klinikum Hanau, S. 31/32/35/36/37 varisano-Klinikum

Frankfurt Höchst

Stand: 06/2022

