



ENERGIEEFFIZIENZ FÜR KRANKENHÄUSER IN SACHSEN-ANHALT

Vorwort

Fragen des Umweltschutzes und der Nachhaltigkeit sind eng mit dem Thema Gesundheit verwoben.

Krankenhäuser verfügen über einen erheblichen Energiebedarf für Wärme, Klimatisierung und Beleuchtung sowie für Diagnose- und Therapietechnologien. Sie werden daher zurecht als Großverbraucher eingestuft. Umso mehr sind Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zum Einsatz erneuerbarer Energien nicht nur ein Beitrag für den Klimaschutz, sondern verbessern auch die Wirtschaftlichkeit.

Diese Broschüre soll Motivation und Richtungsgeber für Wege in eine energieeffiziente Zukunft von Krankenhäusern in Sachsen-Anhalt sein.

Ihre Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt GmbH

Inhalt

- **Energiekosten – versteckte Potenziale**
 - **Energetische Optimierung mithilfe von Energiemanagementsystemen**
 - **Energiedatenerfassung – Energiemonitoring**
 - **Strom und Wärme wirtschaftlich selbst produziert**
 - **Energieeffizienz unter Berücksichtigung permanenter Umbau- und Erweiterungsmaßnahmen**
 - **Erweiterungs- und Umbaumaßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz unter Berücksichtigung der KRITIS-Verordnung**
 - **Ein Beispiel aus der Praxis – Das Klinikum Magdeburg**
-

Energiekosten – versteckte Potenziale

Die Energiekosten in einem Krankenhaus sind neben den Verwaltungskosten und Kosten für Medizintechnik Bestandteil des großen Blocks der Sachkosten. Dabei sind die Energiekosten von den baulichen Gegebenheiten, der installierten Technik und im starken Maße von der Performance (Nutzungs- und Leistungsverhalten) abhängig.

Die Tendenzen der letzten Jahre zeigen sinkende Bettenzahlen und eine reduzierte Verweildauer der Patienten in den bisher 48 Krankenhäusern in Sachsen-Anhalt. Dem gegenüber stehen steigende Fallzahlen. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass pro Krankenhausbett und Jahr mehr Patienten behandelt werden müssen und dass somit Effizienzsteigerungen erforderlich sind. Der Aufwand für Energiebeschaffung und -bereitstellung ist davon nicht ausgenommen.

Der Energiebedarf pro Krankenhausbett entspricht dem von zwei Eigenheimen.

Der Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten beträgt in Krankenhäusern zwischen 3 und 5 %.

In einem absoluten Wert ausgedrückt, liegen die Energiekosten im bundesdeutschen Durchschnitt bei etwa 800.000 € pro Jahr und Krankenhaus. Diese Kosten zu senken, verbessert nicht nur die Wirtschaftlichkeit, sondern auch die Klimabilanz. Expertenschätzungen gehen von einem Einsparpotenzial von bis zu 30 % aus. Bezogen auf den deutschlandweiten Durchschnitt bedeutet dies ein Einsparpotenzial von 240.000 € pro Krankenhaus und Jahr. Bezieht man diese Betrachtung allein auf die Krankenhäuser in Sachsen-Anhalt, könnten damit im Bundesland jährlich weit über 40.000 Tonnen THG-Emissionen vermieden werden.

Entwicklung der Sachkosten und der Bettenzahlen in den Krankenhäusern Sachsen-Anhalts von 2002 – 2015

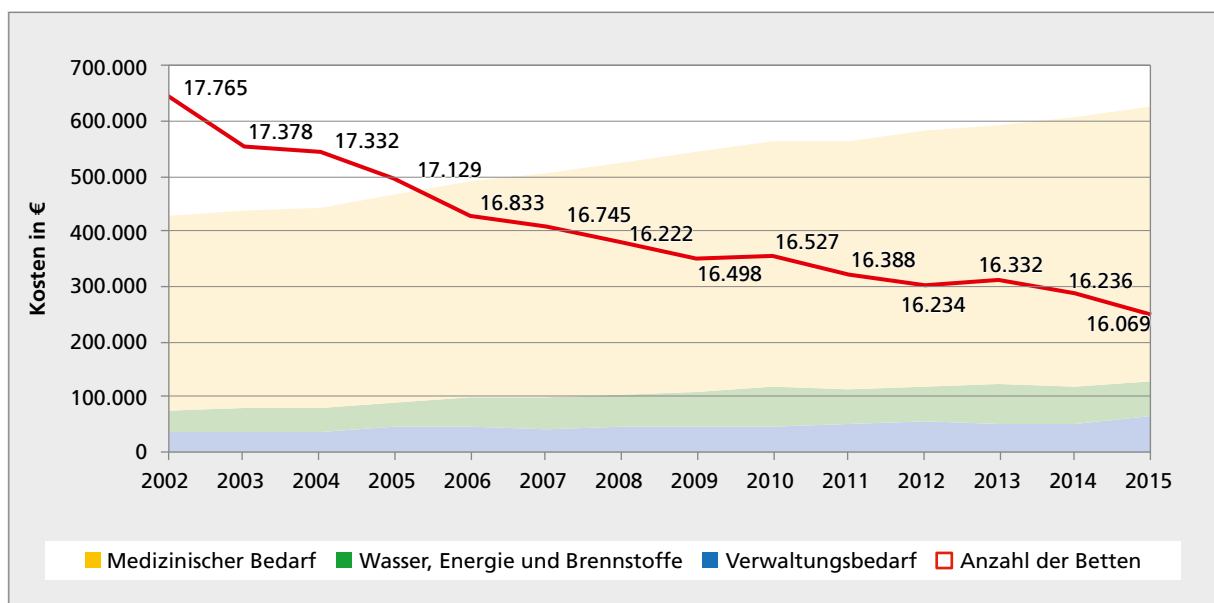


Abb 1: Entwicklung der Sachkosten und Bettenzahlen in Sachsen-Anhalt, Quelle: Statistisches Landesamt

Das vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) geförderte Projekt **KLIK – Klimamanager für Kliniken** konnte im Zeitraum von 2014 bis 2016 mit konkreten Maßnahmen in bundesweit 50 Einrichtungen des Gesundheitswesens 34.500 Tonnen CO₂ einsparen und die Energiekosten um bis zu 10 % senken. Die erreichten Ergebnisse wurden in einem Leitfaden zusammengefasst, der die Maßnahmenbereiche mit den größten

Wissenslink:
isaur.de/atsi
KLIK green

Potenzialen aufzeigt und beschreibt. **KLIK green** baut auf den Erfahrungen auf und gibt in einem geförderten Zeitraum bis April 2022 bis zu 250 Krankenhäusern und Reha-Einrichtungen die Möglichkeit, vom erworbenen Know-how zu partizipieren. Alle Informationen zum Projekt, zu den Teilnahmebedingungen sowie den KLIK-Leitfaden und Zugang zur KLIK-Datenbank mit zahlreichen kategorisierten Referenzen finden Sie unter dem Wissenslink.

CO₂-Reduzierung pro Maßnahmebereich und Krankenhausgröße (Bettenzahl)

BMU-Projekt „KLIK“ 2014-2016 – 51 teilnehmende Einrichtungen des Gesundheitswesens

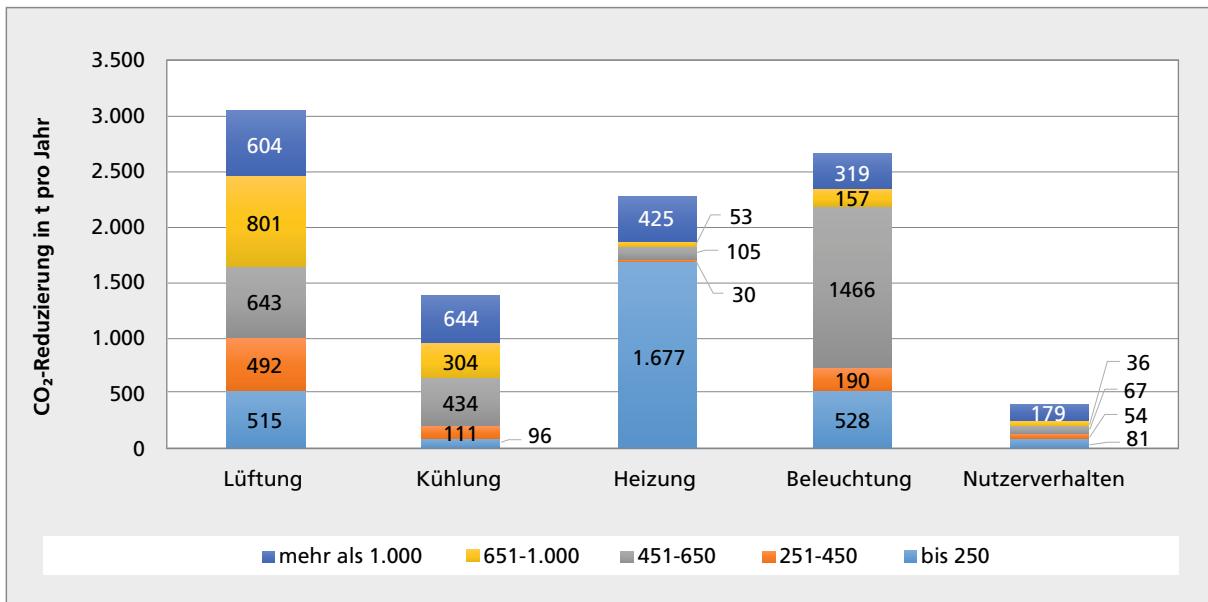


Abb 2: CO₂ Reduzierungen nach Maßnahmebereichen und Krankenhausgröße, Quelle: BMU-Projekt „KLIK“

Energetische Optimierung mithilfe von Energiemanagementsystemen

Die energetische Optimierung umfasst Maßnahmen zur Senkung des Energiebedarfs im Wärme- und Strombereich sowie Maßnahmen zur rationellen Energieumwandlung und umweltschonenden Energieerzeugung.

Erfolgt die Beschaffung, Wandlung, Verteilung und Nutzung der Energie

- unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Zielsetzungen,
- vorausschauend, organisiert und systematisch koordiniert,

so spricht man von einem **Energiemanagementsystem** im Sinne von standardisierten und genormten Prozessen.

Die präzisen und für eine Zertifizierung notwendigen Anforderungen sind in der Norm DIN EN ISO 50001 beschrieben. Für die erfolgreiche Anwendung eines Energiemanagements müssen Abläufe und Verantwortlichkeiten innerhalb der Organisation festgelegt werden. Dazu zählt beispielsweise, dass die Energieeinsparziele in den Zielkatalog der Krankenhausleitung eingebettet werden und ein dauerhaft verantwortlicher Energiemanagementbeauftragter benannt wird. Durch die **Dokumentation** aller Festlegungen und die damit verbundene Protokollierung der Maßnahmen und deren Ergebnisse erreicht das Energiemanagementsystem für alle Beteiligten Verbindlichkeit. Im jährlichen **Audit**

Energiemanagementsysteme helfen dabei, Energieeffizienzpotenziale strukturiert zu erkennen und zu heben.

wird Bilanz gezogen. Die Ergebnisse der vergangenen Periode werden ausgewertet und neue Ziele und Maßnahmen abgesteckt.

Für eine kontinuierliche Betrachtung und Bewertung des Energiemanagements liefern **Kennzahlen** vergleichbare Werte für die verschiedenen Betrachtungszeiträume. Dabei empfiehlt es sich, Kennzahlen zu definieren, welche sowohl eine allgemeingültige Übersicht erlauben sowie feingegliederte Betrachtungen für Einzelmaßnahmen oder -systeme gestatten. Recht grobe und dennoch für die Krankenhausleitung wichtige Indikatoren sind die Energiekosten bezogen auf die

Gesamt- oder Sachkosten. Laut Statistischem Landesamt Sachsen-Anhalt lagen diese Werte in der Vergangenheit bei ca. 3 % bezogen auf die Gesamtkosten und 7 % bezogen auf die Gesamtsachkosten. Für eine Bewertung der Effizienz einzelner Energieträger empfiehlt sich die

Kennzahlenbildung in Bezug auf einzelne Anlagen oder Systeme. Diese lassen sich anschaulich in einem Sankey-Diagramm darstellen.

Abbildung 3 zeigt ein qualitatives Beispiel, bei dem sich die einzelnen technischen Systeme bzw. Anlagen mit ihrem Anteil am Gesamtenergiebezug und bezogen auf den Energieträger erkennen lassen.

Energiebezug und Verwendung eines Krankenhauses

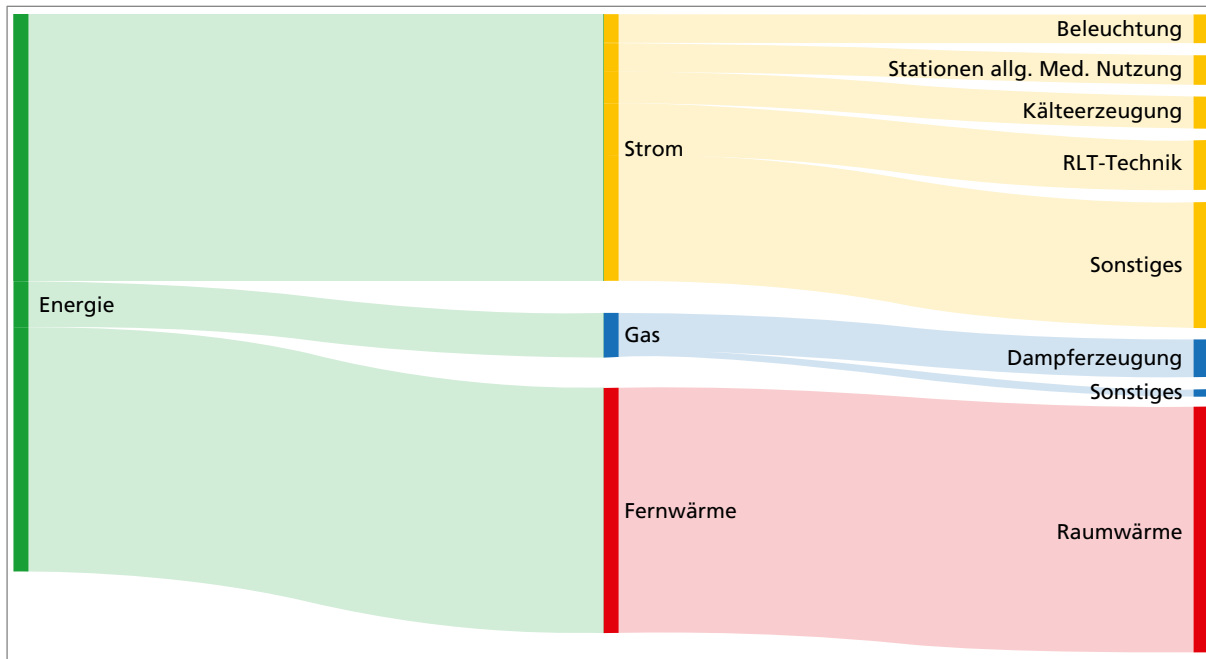


Abb 3: Qualitatives Sankey-Diagramm (Quelle: Ingenieurbüro Neubert)

Für den Vergleich mit anderen zeitlichen Perioden bzw. Einrichtungen ist eine Kennzahl bezogen auf eine Leistungseinheit, wie zum Beispiel die Bettenzahl von besonderer Aussagekraft. Zum Vergleich, der jährliche Strombedarf pro Krankenhausbett liegt im bundesweiten Durchschnitt bei ca. 6.000 kWh und der Wärmebedarf bei 29.000 kWh. Damit entspricht der Energiebedarf eines Krankenhausbettes in etwa dem von zwei modernen Eigenheimen. Laut dem Statistischen Landesamt Sachsen-Anhalt lag der finanziell bewertete Energiebedarf pro Krankenhausbett im Jahr 2015 bei ca. 4.130 €.

Die Grundlage für die Bestimmung von Kennzahlen bilden konkrete Verbrauchswerte auf Basis speziell erfasster Messgrößen. Für komplexe Strukturen wie Krankenhäuser ist ein Messkonzept zur Energiedatenerfassung und zum Aufbau eines Energiemonitorings erforderlich. Näheres dazu im nachfolgenden Abschnitt. Im Rahmen einer zeitpunktbezogenen Betrachtung lassen sich mit einem Energieaudit durch die Analyse der Energiedaten und des Kennzahlenvergleichs Verbesserungspotenziale identifizieren.

Wissenslink:
isauri.de/z5Ex
klinergy 2020

Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt hat für die Anwendung von Energiemanagementsystemen, Effizienzmaßnahmen und den Einsatz erneuerbarer Energien in Krankenhäusern zahlreiche Praxisbeispiele zusammengestellt und in einer Broschüre veröffentlicht. Die Broschüre „klinergy 2020 ENERGIEEFFIZIENZ IN DEUTSCHEN KLINIKEN“ finden Sie im Wissenslink.

Eine pauschale Vergleichbarkeit von Krankenhäusern ist aufgrund spezifischer Merkmale und Gegebenheiten nicht möglich. Daher sind auf dem Weg von den Beispielen anderer Krankenhäuser zur Umsetzung eigener Effizienzmaßnahmen zahlreiche individuelle Schritte erforderlich, bei denen externes Know-how eine wichtige Rolle spielt.

Die Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt GmbH (LENA) unterstützt hier zur Orientierung wettbewerbs- und anbieterneutral. Die LENA vernetzt dabei mit regionalen Kompetenzträgern und hilft richtungsweisend dabei, den besten Weg zu finden.

Energiedatenerfassung – Energiemonitoring

Energiemonitoring macht die Energieverbräuche transparent. Messwerte werden kontinuierlich erfasst, ausgewertet und dargestellt. Daraus kann abgeleitet werden, welche Anlage wann und wie viel Energie erzeugt oder verbraucht. Zudem liefert die regelmäßige Validierung und Analyse der Daten Hinweise auf Optimierungspotenziale wie z.B. durch eine höhere benötigte Antriebsleistung für Pumpen oder Lüftungsmotoren durch Verschmutzung und/oder Verschleiß.

Konkrete Mess- und Verbrauchswerte sind die Grundlage für Bewertungen und Entscheidungen.

Für das Messen und Erfassen von Energie-, Medien- und Betriebsdaten gibt der Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV) mit seiner Empfehlung Nr. 135 „Technisches Monitoring als Instrument zur Qualitätssicherung“ umfangreiche Hinweise und Hilfestellungen:

Wissenslink:
Isaur.de/pkzt
AMEV-Empfehlung Nr. 135

Beispielsweise wird in der Anlage 5 „Ergänzende Hinweise zum Messen und Erfassen von Energie-, Medien- und Betriebsdaten“ auf Schwerpunkte für die Hardware-Auswahl verwiesen:

Für die Realisierung von Systemen zum Energiemonitoring sind die folgenden Punkte u.a. zur Hardware-Ausstattung zu beachten:

- Welche Messwerte in welchen -einheiten sind zu erfassen?
- Festlegung der erforderlichen Datenpunkte, Messmöglichkeiten, Auswertungssysteme.
- Einbindung der Gebäudeautomation?!
- Verwendung der Zählertypen (EVU, Unterzähler, Primär-, Sekundärzähler) und Zählertechnik (Wandlerfaktoren, Fernauslesbarkeit, Synchronisation).

- Batteriebetriebene Zähler sind im Regelfall nicht geeignet
- Welche Fehlertoleranzen sind erforderlich?
 - Welcher Aufwand entsteht z.B. für Eichung und Wartung?
 - Welche weiteren Größen müssen erfasst werden (erforderliche Sensoren)?
 - Welche (physikalischen) Medien sind für die Datenübertragung zu nutzen?
 - Welche Art von Kommunikation ist geeignet (Protokolle)?
- Welche Spezifikationen und Charakteristika sind für den Datenaustausch festzulegen – welche Kompatibilitäten sind herzustellen?
- Welche Datenschnittstellen sind erforderlich (Import, Export)?
- Wie erfolgt die Datenspeicherung, Bereitstellung der Daten, welche Ausleseintervalle sind erforderlich?
 - Welche Besonderheiten sind bei der Montage zu beachten (Einbauorte, Vorbereitungen, Passstücke, Leitungen etc.)?
 - Wie werden die Informationen dokumentiert?
- Welche Auswertungen und Berichte sind vorgesehen?

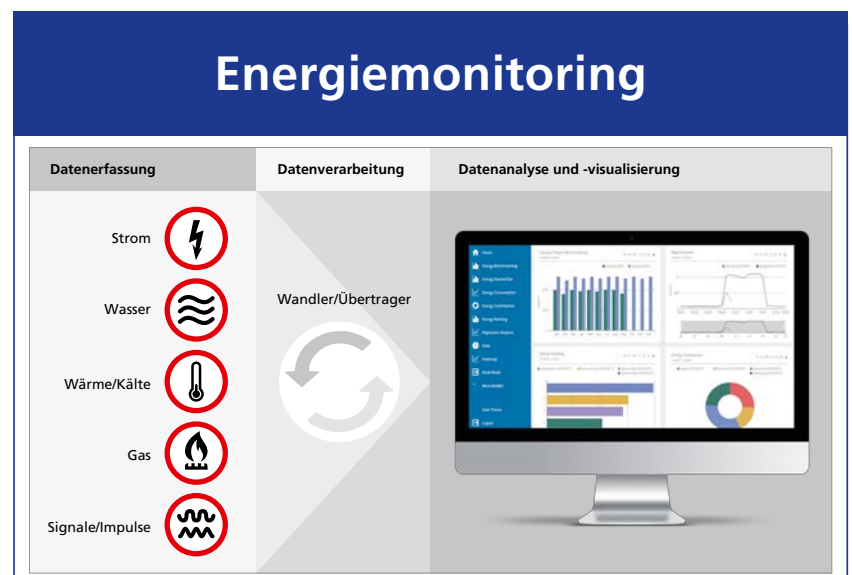


Abb 4: Prozess des Energiemonitoring, Quelle: LENA

Strom und Wärme wirtschaftlich selbst produziert

Bei Krankenhäusern ohne Fernwärmeanschluss ist aufgrund des hohen Wärme- und Strombedarfs der Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) sinnvoll. KWK ist die Umwandlung von eingesetzter Energie in mechanische oder elektrische Energie und nutzbare Wärme innerhalb eines thermodynamischen Prozesses. Die zeitgleich zur Stromerzeugung produzierte Wärme wird zur Beheizung und Warmwasserbereitung genutzt. Der Einsatz der KWK mindert den Energieeinsatz und THG-Emissionen.

KWK-Anlagen können generell einen wichtigen Beitrag zur Energieeffizienzsteigerung leisten und werden deshalb entsprechend gefördert. Durch spezielle Zuschläge und Vergütungen laut dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz wird die Auslegung und die Wirtschaftlichkeit sowie die Betriebsführung von KWK-Anlagen angereizt. Grundsätzlich werden KWK-Anlagen so ausgelegt, dass sie möglichst viele Betriebsstunden im Jahr erreichen und beispielsweise die Wärme-Grundlastversorgung absichern.

Unter bestimmten Voraussetzungen ermöglichen sogenannte Flexibilisierungsprämien für KWK-Anlagen Zusatzgeschäfte in der Stromvermarktung. Diese KWK-Anlagen werden für den Spitzenlastbereich konzipiert. Sie produzieren Strom, wenn er im Netz benötigt wird und sich somit an der Strombörse vermarkten lässt. Dies geschieht in Zeitfenstern, in denen das Stromangebot aufgrund der Volatilität der Erneuerbaren Energien für die aktuelle Nachfrage nicht ausreicht. Die Vermarktung des Stroms erfolgt über zu bindende Partner mit der Zulassung zur Stromdirektvermarktung. Diese beteiligen den

Kunden an den Zusatzgewinnen. Sei es unmittelbar aus dem Stromverkauf oder mittelbar durch verbilligte Wärmepreise. Denn Wärme produziert die KWK-Anlage immer dann, wenn sie in Betrieb ist, um Strom für den Markt zu erzeugen.

Für einen solchen Flex-Betrieb dimensioniert man größere KWK-Anlagen. Die höheren Investitionskosten refinanzieren sich aus dem gesetzlich festgelegten KWK-Zuschlag.

KWK-Anlagen leisten einen wichtigen Beitrag zur Energieeffizienzsteigerung

Der flexibilisierte Betrieb bedeutet aber auch, dass Wärme nur dann erzeugt wird, wenn der Netzbetreiber die Produktion gestattet oder fordert. Für eine gleichmäßige be-

darfsgerechte Wärmeversorgung sind somit Wärmespeicher unumgänglich. Für die Auslegung dieser Speicher sind folgende Fragestellungen zu berücksichtigen:

- Wann wird die Wärme gebraucht?
- Wie viel Wärme muss der Speicher aus der KWK-Anlage zwischenspeichern können?
- Wie lange kann die KWK-Anlage stillstehen, ohne dass der Wärmespeicher „leer“ wird?



KWK-Anlage in einem technischen Betriebsraum

Handlungsalternativen zur Organisation einer Investitionsmaßnahme und zum Betrieb einer KWK-Anlage in Krankenhäusern

Alternative 1: Alles selbst machen (planen, koordinieren, betreiben)

Bei Vorhandensein eigener Kompetenzen und Ressourcen zur Planung und Auslegung einer KWK-Anlage sowie zur Integration dieser in das Energiesystem, kann auf eine Reihe von externen Leistungen verzichtet werden.

Trotz hoher Eigenleistungen werden Fremdleistungen benötigt:

- Anlagenbauer für KWK-Anlagen,
- Anlagenbauer für Wärmespeicher und Wärmenetz (entsprechend bei Kälte),
- Zertifizierer für den Netzanschluss

Der Betrieb der Anlagen und der Verkauf des Stroms verbleiben komplett in eigener Hand.

Alternative 2: Separate Aufträge für die einzelnen Aufgaben bei verschiedenen Dienstleistern

Es gibt spezialisierte Lieferanten und Dienstleister für

- die Planung,
- die Lieferung und Errichtung,
- den Betrieb und Instandhaltung,
- die Vermarktung des Stroms,
- die Vertragsgestaltung und -umsetzung,
- die vorgeschriebenen Meldungen an die Behörden.

Das sind z.B. Ingenieurbüros, Anlagenbauer für KWK-Anlagen, Anlagenbauer für Wärmespeicher und Wärmenetze, Zertifizierer für den Netzanschluss, Direktvermarkter für Strom sowie spezialisierte Rechtsanwälte.

Alternative 3: Es besteht ausschließlich Interesse an einer günstigen Wärmeversorgung

Die Wärme soll möglichst günstig selbst erzeugt werden, aber mit dem Stromgeschäft hat das Krankenhaus nichts zu tun!

Beispiel 1:

Die Anlage wird durch ein beauftragtes Unternehmen betrieben (Betriebsführer, Contractor). Dieses organisiert den Einkauf der Brennstoffe, den Verkauf des Stroms über Direktvermarkter und die Bereitstellung der Wärme an das Krankenhaus.

Beispiel 2:

Die ganze Anlage und das zugehörige Geschäft werden in eine eigens gegründete Gesellschaft eingebracht, an der das Krankenhaus als Wärmekunde mittelbar oder unmittelbar beteiligt ist. Diese Gesellschaft organisiert den Betrieb, den Verkauf des Stroms über Direktvermarkter und den Verkauf der Wärme an den Kunden.

Wie die Entscheidung auch lautet:

Aufgrund der komplexen gesetzlichen und vertraglich zu treffenden Regelungen empfiehlt sich die durchgängige Begleitung des Projektes durch Ingenieure und Fachjuristen.

Energieeffizienz unter Berücksichtigung permanenter Umbau- und Erweiterungsmaßnahmen

Im Planungskonzept für die Errichtung oder den Umbau von Energieversorgungs- und -verteilsystemen sind neben den gültigen technischen Normen und Bestimmungen auch wirtschaftliche Zusammenhänge zu berücksichtigen. Dazu sollten die Betriebsmittel, wie Verteiler, Übertrager und Wandler, so bemessen und ausgewählt werden, dass sie nicht als einzelne Betriebsmittel, sondern insgesamt als System ein Optimum darstellen. Alle Komponenten müssen für die Belastungen sowohl im Nennbetrieb als auch für den Störfall ausreichend dimensioniert werden. Ist Redundanz gefordert, so sind zusätzliche Ressourcen einzuplanen. Das größte Optimierungspotenzial für ein Projekt liegt bereits in der Planungsphase. Hier können die Weichen gestellt werden, um zusätzliche Kosten und Mehrungen im Laufe der Errichtung und späteren Nutzung zu mindern.

Dabei sollten nicht nur neue Teilprojekte detailliert geplant werden, sondern die Integration in das Gesamtversorgungssystem muss ausreichend berücksichtigt werden. Ein Krankenhaus befindet sich durch stetige Umbau- und Erweiterungsmaßnahmen im ständigen Wandel. Oftmals sind mehrere Gebäude oder Gebäudeteile miteinander vernetzt. Dabei führt jede Veränderung der Infrastruktur durch Erweiterung oder Verschiebung von Lasten zu einem veränderten Verhalten des Gesamtsystems. In der Regel steigt die Verlustleistung und führt zu höheren Energiekosten.

Jede Veränderung oder Erweiterung an Teilsystemen führt zu einem veränderten Lastverhalten des Gesamtsystems.

In hydraulischen Wärmeversorgungssystemen z. B. werden ineffiziente Einstellungen des Systems nicht offensichtlich. In einzelnen Räumen wird in der Regel am Thermostat hochgeregelt bis die Raumtemperatur passt.

Ein hydraulischer Abgleich sorgt dafür, dass in einem verzweigten hydraulischen System die optimalen Volumenströme eingestellt werden und somit an jeder Stelle die richtige Wärmemenge bereitgestellt wird. Je

größer und verzweigter die Systeme werden, umso erheblicher wird der Optimierungsaufwand. Simulationstools vereinfachen die Systemeinstellung und haben den Vorteil, dass Ein-

stellungen an einem virtuellen Abbild, dem digitalen Zwilling, zunächst getestet werden können, ohne das echte System zu belasten. Eventuelle Einstellungsfehler können somit bereits im Vorfeld erkannt und vermieden werden. Zudem sind Gebäude im Laufe eines Jahres unterschiedlichsten internen und externen Einflüssen ausgesetzt. Statische Berechnungen oder Monatsbilanzverfahren berücksichtigen dynamische Wechsel nicht oder nur in zu geringer Auflösung und vereinfachen oder vernachlässigen wichtige Zusammenhänge. Daraus kann eine real nicht erforderliche Überdimensionierung von Anlagen resultieren. Die Folge sind zu hohe Investitions- und Betriebskosten sowie verminderter Komfort. Eine Gebäudesimulation berücksichtigt dynamische Effekte und kann damit den Leistungs- und Energiebedarf präziser voraussagen.

Erweiterungs- und Umbaumaßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz unter Berücksichtigung der KRITIS-Verordnung

Nach § 2 Absatz a der RICHTLINIE 2008/114/EG definieren sich „kritische Infrastrukturen“ als in einem Mitgliedstaat gelegene Anlagen, Systeme oder Teile davon, die von wesentlicher Bedeutung für die Aufrechterhaltung wichtiger gesellschaftlicher Funktionen, der Gesundheit, der Sicherheit und des wirtschaftlichen oder sozialen Wohlergehens der Bevölkerung sind und deren Störung oder Zerstörung erhebliche Auswirkungen auf einen Mitgliedstaat hätte, da diese Funktionen nicht aufrechterhalten werden könnten.

Die KRITIS-Verordnung (BSI-KritisV) regelt konkret, wer betroffen ist und wer nicht. Zudem benennt sie für betroffene Einrichtungen

(wie z. B. Krankenhäuser) Kriterien für verpflichtende technische und organisatorische Maßnahmen, um die Systeme nach dem „Stand der Technik“ abzusichern. Sie unterstützt bei der Beantwortung folgender Grundsatzzfragen:

1. Ist die betreffende Einrichtung von Basisinfrastrukturen wie z. B. Strom, Wasser oder Informations- und Kommunikationstechnik so abhängig, dass ein Ausfall einer dieser Dienstleistungen die Arbeit insgesamt gefährden kann?
2. Welchen Gefahren (Naturereignis, technisches bzw. menschliches Versagen, krimineller oder terroristischer Akt) ist die betreffende Einrichtung ausgesetzt, wie wahrscheinlich sind sie und welche Folgen können daraus entstehen?
3. Welche konkreten Maßnahmen können ergriffen werden, um auch in extremen Situationen die Arbeitsfähigkeit zu gewährleisten?

Umbau- und Erweiterungsmaßnahmen sind Systemveränderungen die zu einem anderen Verhalten der Infrastruktur führen. Insofern ist dabei auch unter den Aspekten eines sicheren Klinikbetriebes zu prüfen,

inwiefern Redundanzen oder andere auf die Versorgungssicherheit bezogenen Maßnahmen durch Energieeffizienzmaßnahmen beeinflusst werden könnten. Nicht nur für den späteren Betrieb, sondern auch für die Phase des Umbaus ist eine Risikobetrachtung von außerordentlicher Wichtigkeit. Umbauten erfolgen teil- und zeitweise unter der Abschaltung von Teilbereichen des Krankenhauses. Daher ist in der Planungsphase zu berücksichtigen, welche sensiblen Bereiche betroffen

und welche Überbrückungsmaßnahmen zu treffen sind. Generelle Beispiele für zu berücksichtigende Fragestellungen liefern unter anderem die in der Anlage des Leitfadens „Schutz Kritischer Infrastruktur: Risiko-

management im Krankenhaus“ enthaltenen Checklisten. Die Checkliste „Sicherung der Stromversorgung“ enthält z. B. folgendes:

- Sind neben den in der Krankenhausbauverordnung genannten Betriebsteilen weitere kritische Bereiche identifiziert, die im Krisenfall mit Notstrom versorgt werden müssen?
- Ist sichergestellt, dass ausschließlich die für den Notbetrieb vorgesehenen Verbraucher der kritischen Bereiche an die Notstromversorgung angeschlossen sind?
- Entspricht die Auslegung der Notstromaggregate den aktuellen Kapazitäts- und Qualitätsanforderungen?

Den kompletten Leitfaden des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe finden Sie unter dem Wissenslink.

Für jede Veränderung am System der Infrastruktur (auch bei Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz) ist eine Risikobetrachtung erforderlich.

Wissenslink:
[Isauri.de/g1Q5](https://isauri.de/g1Q5)
KRITIS-Leitfaden

Ein Beispiel aus der Praxis – Das Klinikum Magdeburg

Das Klinikum Magdeburg, bestehend aus 21 Kliniken und Instituten, ist mit 779 Betten sowie 120 Tagesklinikplätzen ausgestattet. Es bietet eine nahezu lückenlose medizinische Versorgung und ist der Kategorie „Schwerpunktversorgung“ zugeordnet.

Entsprechend des Energiedienstleistungsgesetzes werden seit dem Jahr 2015 regelmäßig Energieaudits nach DIN EN 16247 zur Bewertung der energetischen Situation vorgenommen.

Hierzu äußert sich André Saß, Baukoordinator der KLINIKUM MAGDEBURG gGmbH, wie folgt:

„Energie wird im Krankenhaus für die unterschiedlichsten Einsatzgebiete in Form von Heiz- und Prozesswärme, Klima- und Prozesskälte sowie Strom und Wasser benötigt. Der Einsatz der unterschiedlichen Energieträger in Verbindung mit komplexer Anlagentechnik führt zu spezifischen Betriebskosten und Emissionen. Zu hohe Energiekosten bedeuten finanzielle Mittel, welche uns bei der Patientenversorgung fehlen. So bleibt das Thema Verbesserung der Energieeffizienz auf der Tagesord-

nung in unserem Krankenhaus, das bedeutet für uns weitere Energieeinsparung, aber auch verstärkter Einsatz erneuerbarer Energien.“

Aus der Analyse der energetischen Situation ergab sich aktuell die Umsetzung der zwei nachfolgend beschriebenen Projekte:

1. Erneuerung der Beleuchtung

Die Beleuchtung von Stationen, Fluren und Nebenräumen in Krankenhäusern verursacht einen nennenswerten Energieverbrauch, der durch Wechsel der Leuchtmittel reduziert werden kann. Für das Klinikum Magdeburg wurde auf Basis einer Bestandsanalyse ein Austauschplan erarbeitet. In neun Gebäuden des Klinikums wurde die installierte Technik erfasst und der jeweilige Energiebedarf anhand der Betriebsstunden ermittelt. Insgesamt betrug der Energiebedarf des Beleuchtungssystems 992.163 kWh pro Jahr. Für den Austauschplan wurden für die installierten Leuchtmittel technische Alternativen ermittelt und bevorratet. Im

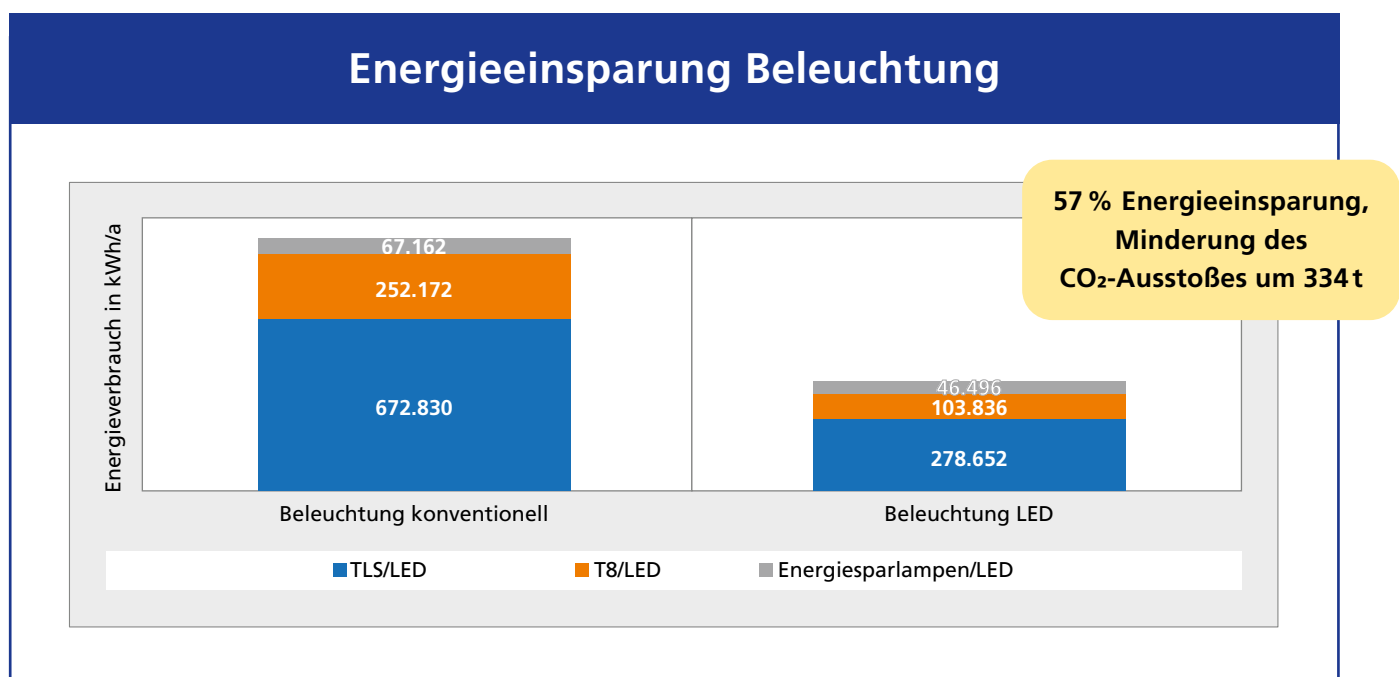


Abb 5: Energieeinsparung bei der Beleuchtung durch Retrofit (Quelle: Ingenieurbüro Neubert)

Rahmen der regulären Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen werden die Leuchtmittel ersetzt. Für alle neun Gebäude bedeutet dies einen Ersatz von:

- 6.289 Leuchtstofflampen Typ: TL 5 (Nennleistung je 46 W) durch LED Retrofit Tubes (Nennleistung je 18 W),
- 1.446 Leuchtstofflampen Typ: T8 (Nennleistung je 68 W) durch LED Retrofit Tubes (Nennleistung je 28 W),
- 1.608 Energiesparlampen mit einer Nennleistung von je 26 W durch LED Retrofit Leuchtmittel (Nennleistung je 18 W).

Nach vollständiger Umsetzung der Austauschmaßnahme reduziert sich der Energiebedarf für das Beleuchtungssystem um 57 % auf 428.983 kWh pro Jahr. Dies entspricht einer Minderung des CO₂-Ausstoßes um 334 t pro Jahr¹.

2. Erneuerung der Kälteversorgung

Zwei veraltete Kompressionskältemaschinen erzeugten die bislang im Klinikum benötigte technische Kälte für Kühlung und Prozessanwendungen. Dafür wurden bislang etwa 560.000 kWh elektrische Energie pro Jahr benötigt. Mit der Erweiterung des Klinikums und steigendem Kältebedarf waren zusätzliche Kapazitäten für die Kälteerzeugung unumgänglich. Der vorhandene Anschluss an das städtische Fernwärmenetz, welches durch das Müllheizkraftwerk (MHKW) gespeist wird, war ein wesentlicher Treiber für ein neues technisches Kälteversorgungs- und -bereitstellungskonzept. Das MHKW erzeugt durch die Müllverbrennung zertifizierten grünen Strom. Die dabei entstehende (Ab-)wärme wird in das Fernwärmenetz der Stadt Magdeburg eingespeist. Die Wärmeenergie wird wie der Strom mit einem CO₂-Emissionsfaktor von 0,0 kg CO₂ pro Kilowattstunde ausgewiesen.

Für die neue Kälteversorgung des Krankenhauses wurde eine 233 kW-Absorptionskälteanlage mit einer 159 kW-Spitzenlast-

kompressionskältemaschine und einem 10 kW-Rückkühler kombiniert. Die Absorptionskälteanlage nutzt die CO₂-neutrale Wärme des MHKW zur Kälteerzeugung. Im Vergleich zur strombasierten Kälteerzeugung wird mehr Wärmeenergie benötigt, jedoch ist dabei die Wärme bezogen auf die Energieeinheit (Kilowattstunde) günstiger als elektrische Energie. Ein Zusatznutzen für das MHKW entsteht dadurch, dass der größte Kältebedarf im Klinikum Magdeburg in den Sommermonaten entsteht.

Die Gesamtbetrachtung für die neue Kälteversorgung am Klinikum Magdeburg spricht für sich:

- 77,6 % der benötigten Energie für die Kälteerzeugung werden aus kostengünstiger und klimaneutraler Wärme des MHKW generiert.
- Die Energiekosten können trotz des gestiegenen Kältebedarfs um etwa 8 % reduziert werden.
- Der CO₂-Ausstoß wird unter Berücksichtigung der Primärenergiefaktoren² um 350 t pro Jahr reduziert.

Durch die Inanspruchnahme des Förderprogramms Sachsen-Anhalt ENERGIE konnte die Gesamtwirtschaftlichkeit dieses Teilprojektes (unter Berücksichtigung der Investitions- und Betriebskosten sowie entsprechender Abschreibungen) positiv beeinflusst werden. Das Klinikum Magdeburg erhielt einen Zuschuss nach der Allgemeinen Gruppenfreistellungsverordnung (AGVO) für die Investitionsmehrkosten der energieeffizienten Kälteerzeugung.



Klinikum Magdeburg – 10 kW Rückkühler

¹ Die Berechnungen für die CO₂-Reduktion erfolgten im Rahmen des Energieaudits und berücksichtigen den durch das BAFA im Jahr 2018 vorgegebenen CO₂-Emissionsfaktor für Strom von 593 gCO₂/kWh.

² Primärenergiefaktoren berücksichtigen die bei der Energieerzeugung bzw. -umwandlung und beim Energietransport benötigten Energiemengen und erzeugten CO₂-Emissionen.

LENA



Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt GmbH

Wir machen Energiegewinner.

Herausgeber:

Landesenergieagentur
Sachsen-Anhalt GmbH
Olvenstedter Straße 66
39108 Magdeburg

Tel.: 0391 5067-40-0
Fax: 0391 5067-4033
Mail: lena@lena-lsa.de
www.lena.sachsen-anhalt.de

Bildnachweise:

Titelfoto: Halle Saale - Klinikum
© nuwanda - stock.adobe.com
Seite 10: © Gerd - stock.adobe.com
Seite 15: © Klinikum Magdeburg

Layout und Druck:

PEGASUS Werbeagentur GmbH
www.pegasus.de
Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Umwelt, Landwirtschaft
und Energie

gefördert durch das Ministerium
für Umwelt, Landwirtschaft und Energie
des Landes Sachsen-Anhalt